

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

7755

"OS ARENITOS DE PRAIA DE ITAIPUAÇU E JACONÉ - RJ:
ORIGEM, IDADE, DISTRIBUIÇÃO E INFLUÊNCIA NO FLUXO DE SEDIMENTOS

SONIA MARIA NUNES IGNARRA

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
GEOGRAFIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO REQUI-
SITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS.

Rio de Janeiro
março - 1989

**"OS ARENITOS DE PRAIA DE ITAIPUAÇU E JACONÉ - RJ":
ORIGEM, IDADE, DISTRIBUIÇÃO E INFLUÊNCIA NO FLUXO DE SEDIMENTOS**

Banca Examinadora:

Dieter Carl Ernst Heino Muehe - Dr.rer.nat. (orientador)

Alberto Figueiredo Júnior - Ph.D.

Christian E. Dobereiner - Ph.D.

Jorge Soares Marques - M.Sc.

FICHA CATALOGRÁFICA

IGNARRA, SONIA MARIA NUNES

Os Arenitos de Praia de Itaipuaçu e Jaconé - RJ:
Origem, Idade, Distribuição e Influência no Flu-
xo de Sedimentos Rio de Janeiro 1989.

IX, 60 p. 29,7 cm (Instituto de Geociências -
UFRJ, M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Geograf
fia, 1989).

Tese - Univ. Fed. Rio de Janeiro. Instituto de
Geociências.

1. Os arenitos de praia do Rio de Janeiro. I - IG/
UFRJ II - Título (série).

AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho foi possível contar com a ajuda de muitas pessoas que, tanto no trabalho de campo quanto de laboratório contribuíram de modo decisivo.

Primeiramente quero agradecer a ajuda permanente e incansável, em todas as etapas do trabalho, do orientador Dr. Dieter Muehe e o acompanhamento e sugestões do Dr. Alberto Figueiredo Jr. Quero deixar registrado meus agradecimentos ao Dr. Marcus Aguiar Gorini por ter propiciado a realização da sismica de reflexão e refração, ao Dr. Gilberto Tavares de Macedo Dias da UFF pelo auxílio nos trabalhos de coleta de amostras submarinas, à Dra. Maria Antonieta da Conceição Rodrigues da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela análise da fauna encontrada nas amostras dos arenitos de Itaipuaçu, à Geóloga Isabel Pereira Ludika pela realização e análises dos difratogramas de Raio X e para a determinação do tipo de cimento responsável pela cimentação dos arenitos, no Laboratório da UFRJ. Ao geólogo Rogério Scheiffer de Souza e a Geóloga Maria Dolores de Carvalho da PETROBRÁS/CENPES, pela colaboração no estudo da petrografia dos arenitos de Itaipuaçu e Jaconé. Finalmente aos geógrafos Eliomar Pereira da Silva Filho, Marco [■]Antonio de Carvalho Oliveira, Carlos Henrique Tavares Corrêa, Regina Cláudia O. de M. Cardoso, André Simões Eisenlohr e à geóloga Heloisa Vargas Borges pelo apoio nos trabalhos de campo.

RESUMO

Arenitos de praia a leste da Baía da Guanabara foram estudados nas praias de Itaipuaçu e Jaconé. Em Itaipuaçu sua localização se dá à profundidade que varia de 2,5 m (a oeste) a 7,3 m (a leste), enquanto que em Jaconé afloram na base da face da praia e se estendem para o interior da praia, abaixo da berma de tempo bom, aparentemente associados à posição do lençol freático.

O agente cimentador dos arenitos é uma calcita pobre em magnésio, típico de ambiente de lençol freático, sugerindo que também o arenito submerso encontrado à frente da praia de Itaipuaçu se formou no interior do corpo sedimentar da praia, constituindo assim "pseudo arenitos de praia".

A atual posição dos arenitos de Itaipuaçu sugere sua ligação com o cordão litorâneo mais antigo, devendo assim apresentar idade superior a 7.000 anos A.P. Já os arenitos de Jaconé, localizados na região intermaré, se encontram associados ao cordão atual, devendo ter idade inferior a 3.700 anos A.P.

A ocorrência dos arenitos em Itaipuaçu, formando uma barreira submarina, influencia o fluxo de sedimentos no sentido de impedir o retorno à praia das frações granulométricas mais finas, devendo dessa maneira contribuir para o acentuado aumento do diâmetro médio granulométrico dos sedimentos da praia, quando comparado com a granulometria do restante do arco praial.

ABSTRACT

The beachrock of Itaipuaçu is found on the upper shore-face at depths which varies from 2.5 m at the west side to 7.3 m at the east, and represents an evidence of a lower sea-level as the present one. It is related to the oldest Holocene barrier beach with a presumed age of about 7.000 years B.P. Contrary as in Itaipuaçu the beachrock of Jaconé outcrops in the intertidal area and is associated to the more modern barrier beach with an presumed age of about 3.700 years B.P.

Both the beachrocks were formed in the interior of the sedimentary body of the beach, below the beach berm. The cement of the beachrocks is a low magnesium calcite, typical of a fresh water environment. Hence they are "pseudo beachrocks".

In Itaipuaçu the beachrock forms a submarine barrier which influences the interchange of sediments between the beach and the upper shóreface by retaining the fine sand fraction at the ocean side of the barrier which causes an additional coarsening of the beach sand.

ÍNDICE

	Página
I - INTRODUÇÃO E OBJETIVO	1
II - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO	6
. Características Ambientais.....	6
- Clima	
- Relevo	
- Vegetação	
. Praia de Itaipuaçu	9
. Praia de Jaconé	12
III - METODOLOGIA	13
. Trabalho de Campo	13
. Laboratório	18
IV - ANÁLISE DOS RESULTADOS	19
a) Características Físicas dos Arenitos	19
b) Granulometria	24
c) Cimento Carbonático	31
d) Análise da Fauna	33
e) Perfis de Praia de Jaconé	33
f) Sondagem	35
g) Perfis Topográficos de Itaipuaçu	35
V - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	38
. Local de Formação	38
. Idade dos Arenitos	40
. Influência dos Arenitos no Fluxo de Sedimentos...	43
VI - CONCLUSÕES	45
VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
VIII - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	51
IX - TABELAS E GRÁFICOS	55

ÍNDICE - FIGURAS

	Página
1. Mapa de localização das praias de Itaipuaçu e Jacone...	6
2. Mapa geomorfológico	11
3. Localização dos perfis ecobatimétricos e do afloramen to de arenitos de praia submerso na praia de Itaipuaçu.	14
4. Amostrador a vibração na praia de Jacone	16
5. Sísmica de reflexão e refração no sentido perpendicu- lar a linha de praia em Jacone	16
6. Sísmica de reflexão e refração no sentido paralelo a linha de praia em Jacone	17
7. Bloco diagrama - Itaipuaçu	19
8. Perfis ecobatimétricos do arenito da praia de Itaipuaçu..	20
9. Perfis ecobatimétricos dos arenitos de Praia de Itaipuaçu.	21
10. Bloco diagrama - Jacone	22
11. Fotografia dos arenitos de praia emersos em Jacone co bertos por cracas e mexilhões	23
12. Fotografia dos arenitos de praia emersos em Jacone sem encrustações de bentos	23
13. Mapa da distribuição granulométrica dos sedimentos da praia e da zona submarina em frente a Itaipuaçu.....	25
14. Gráfico de granulometria (PHi) - berma, zona interna e zona externa - praia de Itaipuaçu	26
15. Curvas de frequência acumulada - praia de Itaipuaçu ...	28
16. Curvas de frequência acumulada - praia de Jacone	29
17. Gráfico: mediana x desvio padrão - praia de Itaipuaçu ..	30
18. Gráfico de correlação entre mediana e valor discrimina tório de Sahu - praias de Itaipuaçu e Jacone	30
19. Difratograma de Raio X	32
20. Perfis de praia - praia de Jacone	34

21. Perfis topográficos perpendiculares à praia de Itaipuaçu	36
22. Curvas de frequência acumulada - cordões litorâneos de Itaipuaçu	37
23. Curvas de variação do nível relativo do mar em vários setores do litoral brasileiro durante os últimos 7.000 anos A.P.	41

TABELAS

Parâmetros Granulométricos segundo Folk e Ward

1. Itaipuaçu - Nearshore
2. Berma
3. Offshore (fora)
4. Arenito
5. Cordões Litorâneos
6. Jaconé - Arenito
Cordão Litorâneo

I - INTRODUÇÃO E OBJETIVO

I - INTRODUÇÃO E OBJETIVO

Arenitos de praia denominados na literatura internacional como beachrock, são arenitos cimentados por carbonatos de cálcio em ambiente praial. Devido à sua elevada resistência à erosão são também encontrados na Plataforma Continental como testemunhos de antigas linhas de praia, servindo de indicadores de antigas posições do nível do mar.

Em termos mundiais os arenitos de praia se concentram nas regiões tropicais onde a elevada temperatura da água do mar favorece a supersaturação do carbonato de cálcio propiciando assim condições favoráveis à sua precipitação. Consequentemente são raros os trabalhos sobre arenitos em regiões subtropicais. Tal característica também se reflete nos estudos sobre os arenitos de praia no Brasil que iniciados por Darwin em 1841 se concentram no litoral nordestino (Branner, 1904; Andrade, 1955; Ottman, 1960; Mabeso ne, 1964; Bigarella, 1975; Oliveira, 1978; Coutinho e Farias, 1979).

A pequena incidência de arenitos na região sudeste, se deve em grande parte às condições desfavoráveis encontradas ao sul do Cabo Frio que representa um limite oceanográfico entre a zona tropical e subtropical, com sedimentos ricos em carbonatos ao norte e pobres ao sul (Rocha et al., 1975). O clima da região é classificado como tropical, no entanto as suas características atuais se inclinam mais para um clima subtropical, uma vez que as frentes frias vindas do sistema de altas polares penetram frequentemente pelo litoral do sudeste causando temperaturas baixas, e introduzindo uma ritmicidade de variações de temperatura atípicas para regiões tropicais.

As primeiras informações sobre a ocorrência de areni —

tos na região Sudeste do Brasil foram dadas simultaneamente por Gorini e Muehe (1971) e Macedo (1971) ao apresentar na Academia Brasileira de Ciências a comunicação sobre a presença de arenitos submersos em frente à Praia dos Bandeirantes (Jacarepaguá) a oeste da baía de Guanabara. Mais tarde, Muehe e Ignarra (1984) descrevem a ocorrência de um arenito de praia, também submerso, em frente a Praia de Itaipuaçu a leste da baía de Guanabara.

Curiosamente nenhuma ocorrência de arenitos emersos foi descrita pelos citados autores, sugerindo a inexistência de condições favoráveis ao seu desenvolvimento atual. No entanto a descoberta de uma nova ocorrência de arenitos, desta vez na própria face da praia, em Jacaré, a leste de Itaipuaçu, indica que esta interpretação não é necessariamente correta.

As primeiras referências sobre arenitos de praia (beach rock) foram feitas por Darwin (1841), que os descreveu como sendo formados de sedimentos calcíferos com fragmentos de conchas e raros seixos. Posteriormente vários trabalhos específicos foram realizados, trazendo maiores informações sobre a formação e composição química dos mesmos.

Kuenen (1950) descreveu os arenitos de praia como sendo estratificados, geralmente encontrados entre níveis de maré e apresentando frequentemente camadas uniformes de razoável dureza.

Ginsburg (1953) acredita que eles se localizam em zonas inter-maré formando uma sequência de finas camadas que mergulham em direção ao mar em ângulos inferiores a 15 graus e com direção paralela a subparalela em relação à praia atual, sendo formados em praias compostas por conchas calcárias e com grãos de coral, podendo também desenvolver-se em praias de areias quartzosas ou de outra composição mineral.

Russell em 1962 os descreveu como sendo formados por

material de praia (areia, conchas, coral, etc.) envolvido por cimento calcário, o qual vai depender de temperaturas elevadas para permitir a precipitação do carbonato de cálcio para fins de cimentação. Bricker (1971), através de várias pesquisas, condicionou a formação de arenitos a regiões tropicais quentes.

Quanto a composição de arenitos, Moraes (1967), Coutinho e Farias (1979), os descrevem, para o nordeste brasileiro, como sendo de areia e cascalhos quartzosos e biodetríticos, cimentados por carbonato de cálcio, formando bancos de recifes lineares e paralelos à linha de costa.

Em relação ao processo de formação dos arenitos de praia, a maioria dos pesquisadores aceitam o modelo formulado por Russell (1962) segundo o qual a cimentação ocorre inicialmente através da formação de calcita em volta dos minerais e fragmentos orgânicos, fixando reduzidas camadas em torno de cada grão. Neste estágio inicial ainda permanecem muitos vazios, fazendo com que o arenito se apresente friável. Num segundo estágio, a camada de calcita aparece escura, devido a decomposição dos fragmentos orgânicos, com melhor união entre os minerais, tornando-o mais resistente. Num último estágio, ele está completamente cimentado possuindo todos os seus vazios preenchidos e uma rigidez similar ao concreto.

Quanto ao cimento, o mesmo pode ser a calcita, mas também a aragonita ou ambas. Análises feitas por Russell, mostram que o cimento responsável pelo preenchimento de vazios é provavelmente a calcita. O conhecimento do tipo de material cimentador pode nos levar a inferir sobre a origem dos arenitos, pois a calcita é, em geral, precipitada por água salobra e a aragonita por água do mar (Allen, et al, 1969; Komar, 1976). No entanto isso pode ser mascarado pela rápida diagênese da aragonita para calcita, levando a interpretações erradas.

As divergências de opinião entre os autores começam no que se refere à origem do cimento. Para Russell (1962), o carbonato de cálcio que forma o cimento é obtido por precipitação dentro do lençol freático por ocasião do afloramento do mesmo na zona de estirâncio onde o nível do mar varia de acordo com as marés. Seguindo a mesma linha de pensamento, Hanor (1978) refere-se à cimentação carbonática como sendo produzida em ambiente litorâneo em função da liberação de CO_2 da água subterrânea fluindo em direção ao mar. Essa liberação ocorre pela dispersão vertical do fluído na zona freática, resultante da oscilação do lençol d'água subterrâneo em função dos movimentos de maré. Campos e Sweeney (1979) realizaram um estudo dos arenitos de praia na Ilha de Itaparica (Salvador-BA) onde concluíram que a principal fonte de carbonatos para o cimento é a água fresca subterrânea. No entanto, devido à variedade de condições hidrológicas existentes na área estudada os autores acham que mais um mecanismo de formação tenha ocorrido. Por outro lado, autores como Alexanderson (1972), Emery (1961) Coutinho & Farias (1979) entre outros, consideram que o principal agente cimentador é a água do mar, que por processos físico-químicos ou por crescimento microbiológico favorece a liberação de maior quantidade de carbonato de cálcio do que à água doce do lençol freático. Russell (1971) descreve a formação de arenitos calcíferos no interior do corpo arenoso da praia, associado ao lençol freático, apresentando, quando expostos, aspecto idêntico aos arenitos de praia. Para essa ocorrência sugere o nome de "pseudo beach rocks" ou seja pseudo arenitos de praia.

Assim, apesar da grande quantidade de trabalhos realizados sobre os arenitos de praia, ainda persistem incertezas sobre a sua origem, e locais de formação, o que reduz a precisão na reconstituição de antigas posições do nível do mar a partir da loca

lização dos arenitos.

Um outro aspecto, que aparentemente nunca foi abordado, é o da influência dos arenitos sobre o fluxo de sedimentos costeiros. Formando frequentemente verdadeiras barreiras submarinas, é de se esperar a ocorrência de algum tipo de interferência nesse fluxo capaz de se refletir na granulometria, forma e morfodinâmica da praia. Tendo em mente estes aspectos e utilizando as ocorrências de Itaipuaçu (submersa) e Jaconé (emersa), o presente trabalho tem como objetivo caracterizar e comparar os arenitos de praia que ocorrem em Itaipuaçu e Jaconé, ampliando o nível de conhecimento sobre os aspectos de sua origem, evolução e estrutura e da dinâmica atual dos ambientes praias onde eles estão inseridos, empregando uma abordagem indutiva, portanto sem formulação, a princípio, de hipóteses de trabalho, que no entanto serão formuladas no corpo do trabalho a partir das informações obtidas.

II - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

II - CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

Localização Geral

A área de estudo compreende essencialmente as praias oceânicas de Itaipuaçu e Jaconé (Fig. 1). Localizadas a leste da baía de Guanabara representam uma linha de costa com extensão da ordem de 50 km.

Essas duas praias fazem parte do grupo de arcos praias, diretamente expostos ao oceano, que desde a restinga de Marambaia, a oeste da baixada de Jacarepaguá, se estendem em direção a leste, até ao Cabo Frio.

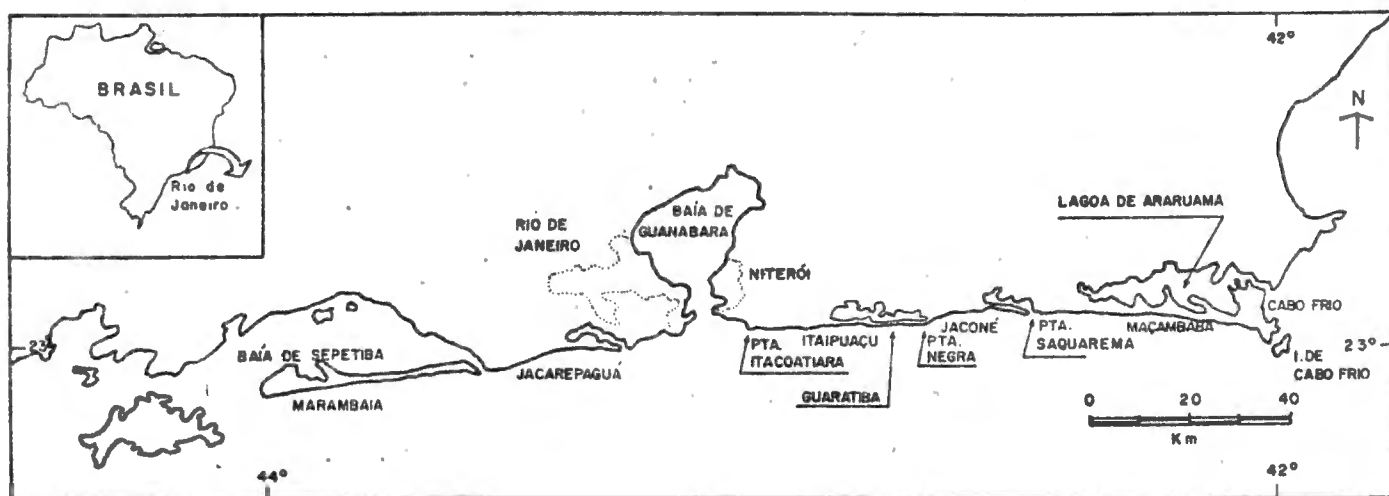


Fig. 1 - Mapa de localização das praias de Itaipuaçu e Jaconé

Características Ambientais

CLIMA

Todo o litoral em estudo está situado praticamente na latitude de 23°S próximo ao trópico de Capricórnio, está climaticamente submetido a alternâncias cíclicas entre o domínio do anticiclone tropical marítimo caracterizado por tempo bom e ventos moderados, e penetrações de massas de ar polar, acompanhadas por dimi-

nuição da temperatura, chuvas e ventos fortes de Sul. As amplitudes térmicas e a própria dinâmica dos eventos meteorológicos, resultantes dessas alternâncias, já impedem considerar essa região como tipicamente tropical, como fazem supor as classificações climáticas, uma vez que proporção substancial dos eventos climáticos se encontram associados a massas de ar não tropical.

As condições oceanográficas sofrem influência da variabilidade das condições atmosféricas, que submetem as praias a ondas de Sul a Sudoeste (tempestade) e Sudeste (tempo bom), cuja altura da arrebentação é geralmente superior a 0,5 metros caracterizando assim um ambiente de alta energia. Observações feitas por Muehe (1979) em 130 ocasiões diferentes indicaram que a altura das ondas na arrebentação é em média 0,93 metros variando entre um mínimo de 0,2 e um máximo de 2,0 metros e períodos médios de 11s com variação entre 6,0 e 17,1s. Ondas maiores do que as registradas ocorrem durante tempestades podendo possivelmente atingir altura de 4m ou mais. A amplitude da maré de sizígia não ultrapassa 1,4 metros.

Se de um lado a penetração das frentes frias provoca abaixamentos de temperatura, no mar as variações térmicas estão associadas ao fenômeno de ressurgência e subsidência, o primeiro decorrente do efeito do vento Nordeste e o segundo do efeito do vento Sul, registrando assim uma relação inversa entre a temperatura da massa de ar e temperatura da água.

RELEVO

A área em estudo faz parte do chamado "litoral dos lagos fluminenses", no qual os grandes cordões litorâneos barram trechos do mar formando lagunas. Essa situação estende-se da restinga da Marambaia até ao Cabo Frio, sendo apenas interrompido pela abertura existente entre os maciços litorâneos, onde está localizada a

baía de Guanabara.

O relevo se apresenta muito variado, tendo sido originário de deformações tectônicas que fraturaram e bascularam os terrenos pré-cambrianos, surgindo os maciços hoje encontrados nessa área.

A linha de costa apresenta aspecto retilíneo resultado da construção dos cordões litorâneos em consonância com as oscilações holocênicas do nível do mar.

As planícies costeiras, que se estendem entre os cordões litorâneos e o maciço costeiro, possuem três feições morfológicas principais: as baixadas, as colinas e os tabuleiros.

As baixadas compreendem os terrenos de altitude próxima ao nível do mar, sendo formadas por sedimentos arenosos, arenos-argilosos, matéria orgânica e depósitos de conchas.

As colinas são compostas por rochas pré-cambrianas profundamente alteradas, apresentando-se localmente cortadas por filões de quartzo que deram origem às linhas de seixos encontrados nos depósitos coluvionais. A origem dessas colinas é proveniente de oscilações do nível do mar associadas às variações paleo-climáticas, e sua dissecação, em vales amplos, teria sido processado em função de um nível de base inferior ao atual seguida de submersão e entulhamento das baixadas flúvio-marinhas (Muehe, 1983).

Os tabuleiros são representados pela Formação Barreiras, relevo tabuliforme resultado da acumulação de sedimentos continentais inconsolidados que ocorrem intermitentemente à retaguarda das lagunas.

VEGETAÇÃO

A cobertura vegetal encontrada na área em estudo é caracterizada como vegetação litorânea. Compreende uma faixa quase

contínua de largura variável onde ocorrem formações vegetais típicas de praias, dunas, restingas e manguezais.

A vegetação da faixa arenosa apresenta uma influência muito forte do sistema de marés e das vagas, estando submetida à ação da salinidade. A vegetação começa a surgir na faixa atingida pela maré alta, sendo a espécie dominante a Iresine portulacoides, planta rasteira de cuja raiz principal saem numerosas ramificações, que podem atingir até cerca de 6 metros. Essa espécie é encontrada, particularmente em grande abundância, na praia de Jaconé, juntamente com as gramíneas, como o capim-da-areia (Panicum Racemosum) e a grama-da-praia (Sporobulus virginicus), na zona onde as ondas só atingem esporadicamente. Essa vegetação herbácea, pode ser solapada pelas grandes ressacas, seguindo-se um outro ciclo de reconstrução morfológica e reinvasão dos vegetais.

Praia de Itaipuaçu

A praia de Itaipuaçu se ancora a oeste no Falso Pão de Açúcar ou Morro do Elefante, proeminente elevação cristalina (gnaisse e granito), extensão meridional de um alinhamento montanhoso que separa as baixadas de Itaipu e Itaipuaçu, e se limita a leste no arco de praia reverso que, em forma de ampla cúspide, se projeta em direção ao mar em decorrência da refração das ondas por interferência das Ilhas Maricás (Fig. 2).

Nesta região, a planície costeira apresenta pequenas elevações e grande extensão de zonas pantanosas e lagunas colmatadas. Dois cordões litorâneos, um mais antigo, mais largo e mais interiorizado e outro mais baixo, estreito e associado à praia atual, formam a frente oceânica da planície. A altura do cordão litorâneo mais recente é da ordem de 7 a 7,4 metros acima do nível

médio do mar. A altura do segundo cordão, cerca de 500 metros mais interiorizado, é de 12 metros e constitui testemunho de uma posição mais alta do nível relativo do mar. A laguna que existiu entre os dois cordões se apresenta colmatada fazendo-se a drenagem através de um canal dragado disposto paralelamente à direção dos cordões litorâneos. Esporões fósseis preservados na margem norte da antiga laguna e a ausência desses esporões na margem sul sugerem uma migração do cordão mais recente em direção ao interior que simultaneamente provocou o estreitamento da laguna (Muehe, 1982 b).

O fechamento dos cursos fluviais pelos cordões litorâneos levou ao bloqueio do aporte de sedimentos continentais para a plataforma continental fazendo com que os mesmos ficassem retidos nas lagunas. Desse modo, hoje são os sedimentos da plataforma continental interna a principal fonte para manutenção das praias.

A praia de Itaipuaçu é constituída por areia quartzosa bem selecionada de textura grossa a muito grossa, chegando a apresentar na sua metade ocidental concentrações de grânulos e mesmo de pequenos seixos, o que a distingue das demais praias da faixa costeira considerada cujas areias são mais finas (Muehe, et al., 1977).

A granulometria grosseira dos sedimentos da praia reflete a granulometria dos sedimentos da plataforma continental interna que também apresentam textura grossa. A face da praia e o fundo marinho próximo mergulham acentuadamente em direção a águas mais profundas tornando estreita a faixa de surfe não permitindo desta forma uma dissipação mais ampla da energia das ondas que desse modo atingem a praia com maior violência.

Morfoscopicamente os grãos apresentam-se bem trabalhados quando observados sob binocular. Grãos não trabalhados são praticamente ausentes devido a ausência de aporte de sedimentos flu-

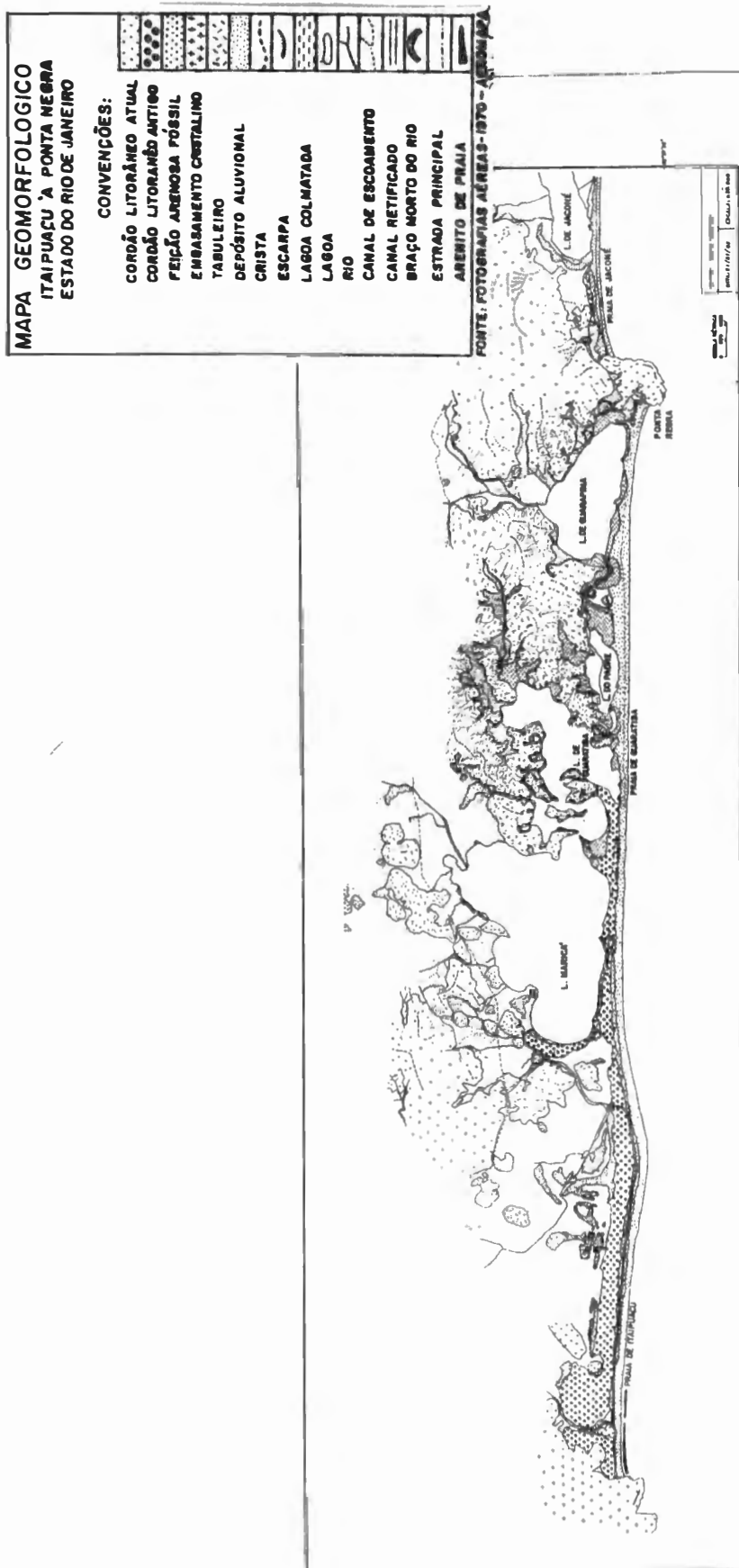


Fig.2 - Mapa Geomorfológico - apresenta as principais feições geomorfológicas encontradas na região em estudo

viais ou de outra fonte terrígena.

Praia de Jaconé

A praia de Jaconé representa o segmento mais oriental da área de estudo, estando localizada à leste da elevação cristalina de Ponta Negra, e estendendo-se até a Ponta de Saquarema (Fig. 2).

A planície costeira nesta região é formada por pequenas elevações, lagunas colmatadas e depósitos aluviais.

A laguna de Jaconé é alimentada por pequenos rios e canais de escoamento, apresentando-se já bastante assoreada. Da mesma forma que em Itaipuaçu, ocorrem dois cordões litorâneos, um mais antigo e outro mais recente que se prolonga até Saquarema formando a praia de Jaconé.

A análise textural feita na praia mostra uma areia quartzosa bem selecionada de textura grossa a muito grossa. Essa areia apresenta-se mais fina que a da praia de Itaipuaçu, o que se reflete num gradiente do fundo marinho menos inclinado tornando mais larga a faixa de surfe, permitindo assim uma dissipação maior da energia das ondas antes de chegar à praia.

III - METODOLOGIA

III - METODOLOGIA

TRABALHO DE CAMPO

a) Mapeamento

Para o mapeamento geomorfológico e a localização dos arenitos foram utilizadas cartas topográficas da Fundrem na escala 1:20.000 e 1:10.000 além de fotografias aéreas na escala 1:20.000.

A localização do arenito da praia de Itaipuaçu foi feita por meio de mergulhos exploratórios ao longo de trajetórias normais à linha de praia (Fig. 3). Posteriormente foi definida uma série de perfis perpendiculares à praia, com espaçamentos de 100 a 380 metros. Ao longo de cada perfil foi levantada a topografia da praia usando o método das balisas (Emery, 1961). Esses perfis foram relacionados ao nível do mar com base em registros maregráficos realizados em Ponta Negra pela DHN. A distância do início do arenito até um ponto fixo na praia foi medido empregando uma fina corda de nylon trançada, de baixa elasticidade, que era puxada pelo mergulhador que se deslocava junto ao fundo até encontrar a barreira de arenito. Nessa posição o mergulhador emergia para esticar a corda e determinar a distância.

O levantamento ecobatimétrico do fundo marinho foi realizado em continuação aos perfis de praia utilizando um barco inflável, cuja velocidade e distância percorrida era controlada através de um velocímetro/odômetro de hélice. O ecobatímetro empregado foi da marca Raytheon com frequência de operação do transdutor de 208 KHz.

Em Jaconé, onde o arenito aflora na face da praia, foram levantados sistematicamente perfis transversais à praia, com

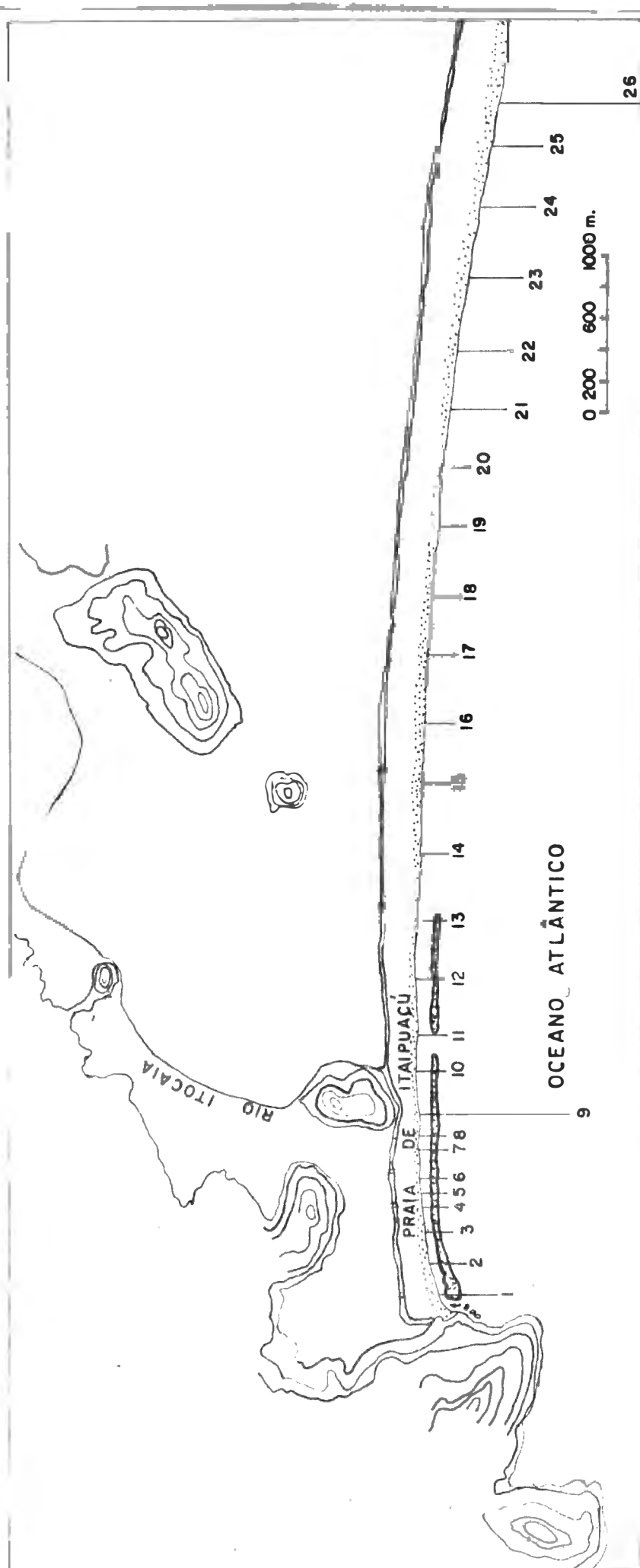





Fig. 3 - Localização dos perfis ecobatimétricos e do afloramento de arenitos de praia submerso na praia de Itaipuaçu.

- Legenda:
-  . arenitos de praia
 -  . perfis ecobatimétricos perpendiculares a linha de praia
 -  . elevações cristalinas

a finalidade de caracterizar a dinâmica e a variabilidade granulométrica da mesma.

b) Coleta de amostras

Em Itaipuaçu a coleta de amostras foi realizada através de mergulho utilizando equipamento de respiração autônoma, obedecendo a posição dos perfis de praia.

Para o estudo do fluxo de sedimentos na praia de Itaipuaçu, as amostras foram coletadas na praia e na zona submersa. Na praia a amostragem foi realizada com uma pá, retirando, em cada perfil, material até a profundidade de 0,5m. Este material foi jogado numa lona, homogeneizado e quarteado até obtenção de uma amostra com quantidade suficiente para a análise de laboratório. Na zona submersa a coleta foi efetuada com uma pequena draga de arrasto com amostragem na faixa entre o arenito e a praia e no lado externo ao arenito. As profundidades da coleta se situaram respectivamente em torno de 3,5 e 9 metros.

Em Jaconé a coleta de amostras de sedimentos foi feita na face da praia por ocasião do levantamento dos perfis topográficos. Amostras do arenito foram coletadas no afloramento na posição do perfil.

c) Sondagem e Sísmica

Em Jaconé a exumação de arenitos durante fases erosivas indica que o mesmo se estendia para o interior do corpo sedimentar. Para verificar a extensão do arenito foi feita uma sondagem preliminar por meio de uma baliza de ferro, seguida de sondagem por amostrador a vibração (Fig.4). Posteriormente foi realizado uma sísmica de reflexão e refração no sentido paralelo e perpen



Fig. 4 - Amostrador a vibração na Praia de Jaconé

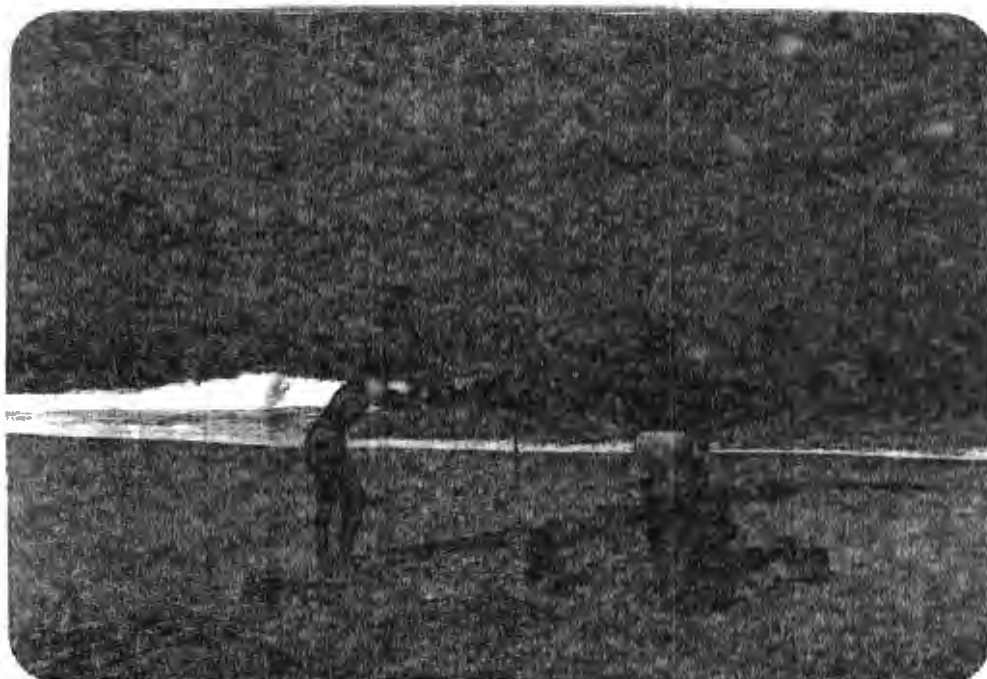


Fig. 5 - Sísmica de Reflexão e Refração no sentido perpendicular a linha de praia em Jaconé

dicular a linha de praia (Fig. 5 e 6).

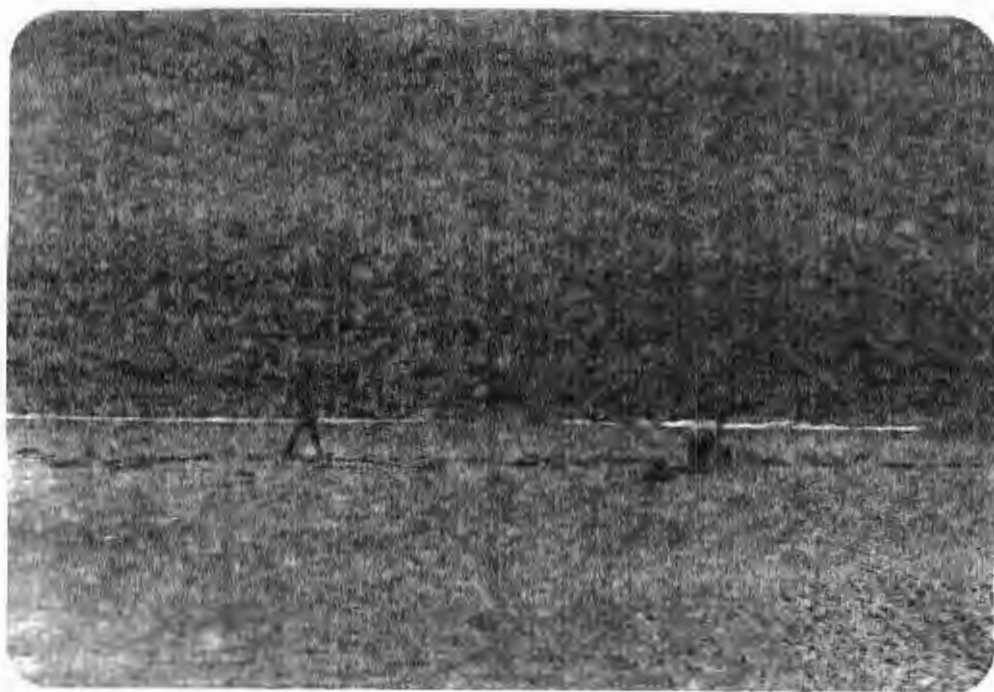


Fig. 6 - Sísmica de Reflexão e Refração no sentido paralelo a linha de praia em Jaconé

d) Perfis Topográficos

Foram feitos dois perfis topográficos, perpendiculares à praia de Itaipuaçu, desde o reverso do cordão antigo até o final do arenito da praia (Fig. 41). Para o nivelamento foi utilizado um nível topográfico e para a parte submarina foi empregado o ecobatímetro. Amostras de sedimentos foram coletados ao longo do perfil com objetivo de caracterização e comparação granulométrica.

IV - ANÁLISE DOS RESULTADOS

LABORATÓRIO

a) Granulometria

As amostras foram primeiramente lavadas, secadas em estufa, quarteadas para aproximadamente 50 gramas e peneiradas com auxílio de um vibrador de peneiras. O intervalo entre a abertura das malhas das peneiras foi de $1/2 \Phi$. Os resultados das análises foram expressos através de curvas de frequência acumulada, traçadas em gráficos de probabilidade aritmética (Fig. 15 e 16) por parâmetros estatísticos calculados segundo as fórmulas de Folk e Ward (1957) (Tabelas).

No caso das amostras cimentadas foi necessário o tratamento com ácido clorídrico para eliminação do cimento calcário.

b) Análise do cimento

A análise mineralógica do cimento e das conchas foi realizada por difração do Raio X e por análise petrográfica através de lâminas e reagentes próprios. Essas análises foram feitas com o auxílio do Departamento de Geologia da UFRJ e da PETROBRÁS (CENPES). (Fig. 9).

c) Paleontologia

Para a definição do ambiente de sedimentação foram realizadas análises da micro-fauna, em algumas das amostras do arenito submerso de Itaipuaçu.

IV - ANÁLISE DOS RESULTADOS

a) Características físicas dos arenitos

Os arenitos de Itaipuaçu apresentam-se dispostos sub-paralelamente à frente da praia a uma profundidade que varia de 2,5m (a oeste), a 7,3m (a leste), numa extensão de 2.500 metros, distando 40m da linha de praia na extremidade oeste e 105m na extremidade leste (Figs.7 e 8)(Fig.9). Sua largura varia de 100m a oeste e 20m a leste. A espessura do arenito é de aproximadamente 1,5m, concordante portanto com a amplitude de maré. A continuidade do arenito é interrompida em frente à desembocadura do rio Itocaia (Fig.13), o que sugere a existência de uma relação de causa e efeito.

Eles são predominantemente compostos por areia quartzosa e concentração variáveis de conchas e fragmento de conchas fortemente cimentada por carbonato de cálcio. O agente cimentador mais encontrado para esse arenito foi a calcita com baixo teor de magnésio, determinado através de lâminas petrográficas e do difragrama de Raio X.

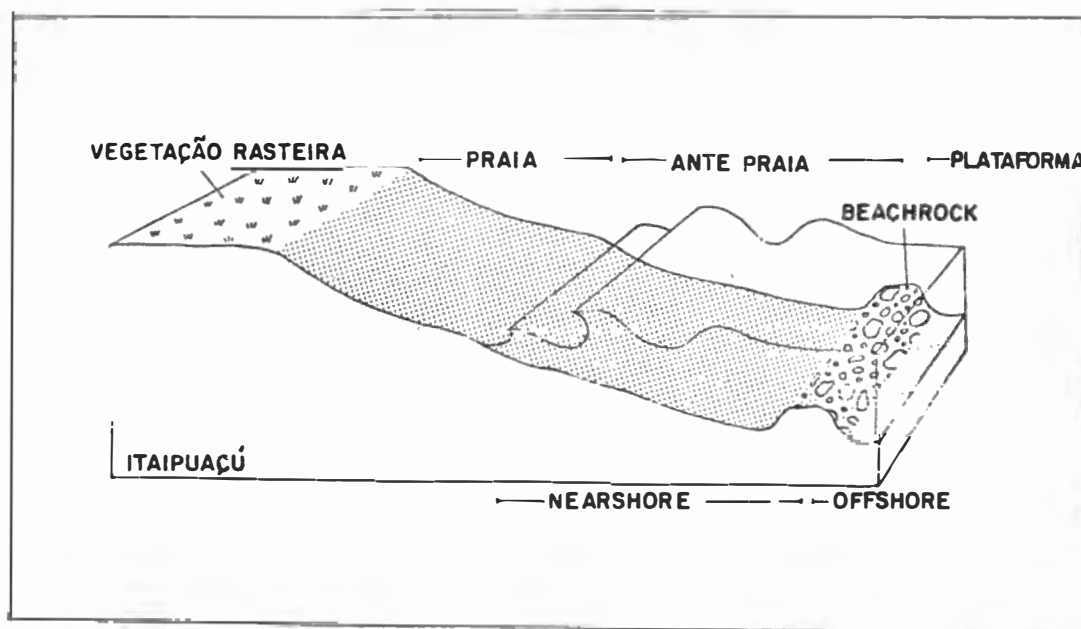


Fig. 7 - Bloco diagrama mostrando a localização dos arenitos de praia (beachrock) de Itaipuaçu(fora de escala).

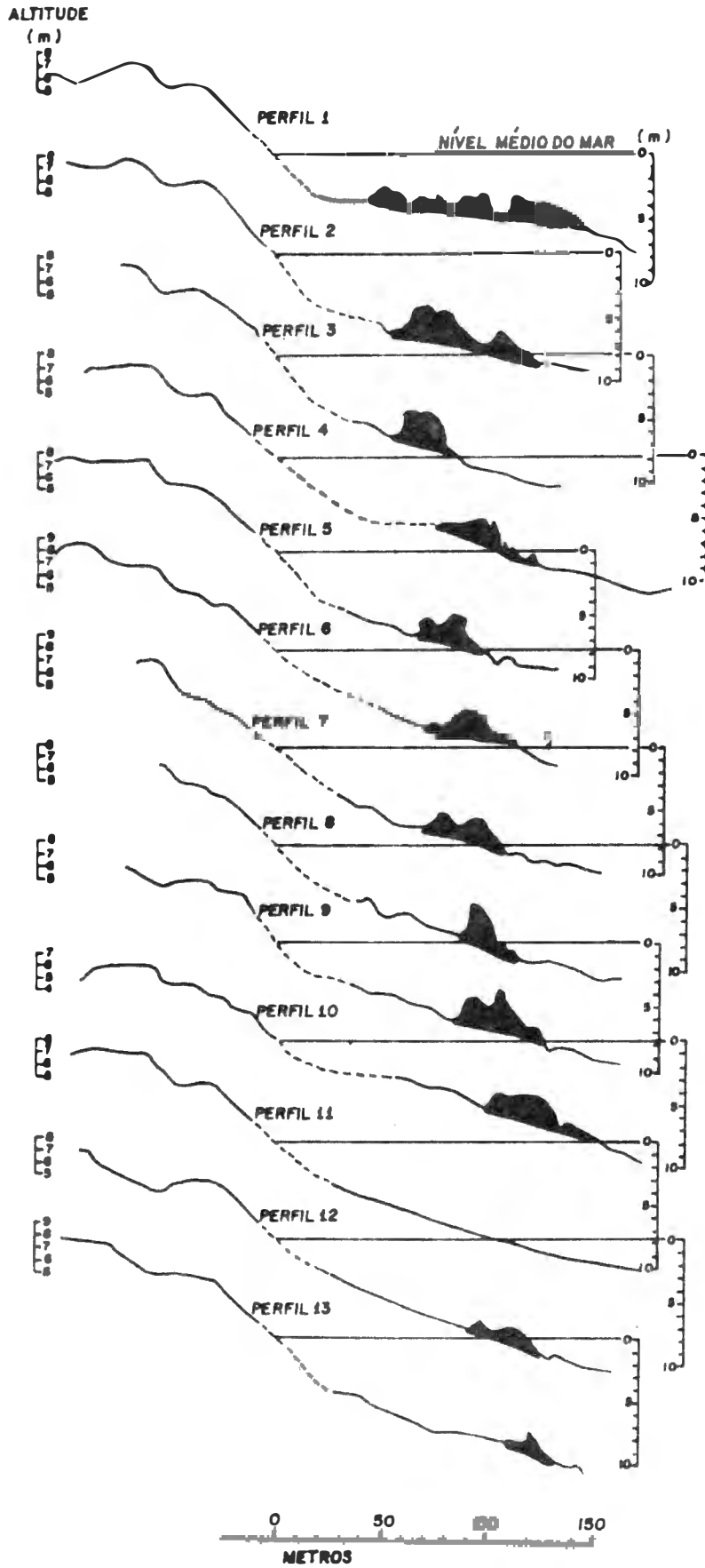


Fig. 8 - Perfis ecobatimétricos do arenito da praia de Itaipuaçu

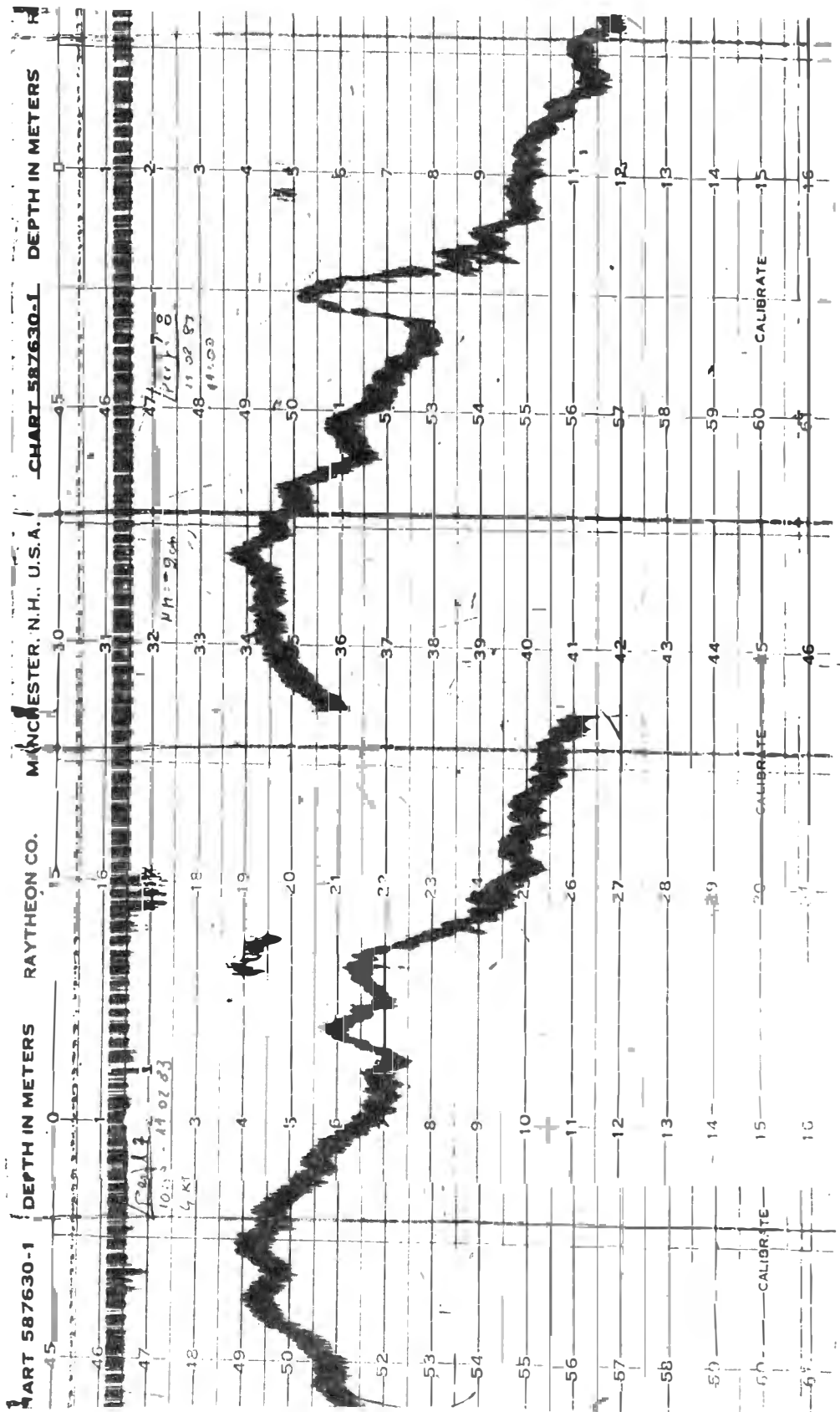


Fig. 9 - Perfis Ecobatimétricos dos Arenitos de Praia de Itaipuaçu - Perfis 7 e 8

Os arenitos de Jaconé se localizam na parte inferior do estirâncio ou face da praia, no lado ocidental do arco praial, ficando parcialmente expostos apenas nas baixas marés de sizígia. Apresentam-se em forma de blocos, às vezes basculados e muito fragmentados, não formando uma linha contínua como no caso dos arenitos de Itaipuaçu (Fig. 10 e 11). Através de sondagens feitas no perfil de praia, foi observado que o arenito se estende cerca de 42m para o interior do corpo arenoso e 2,5m de profundidade abaixo da superfície da berma de tempo bom.

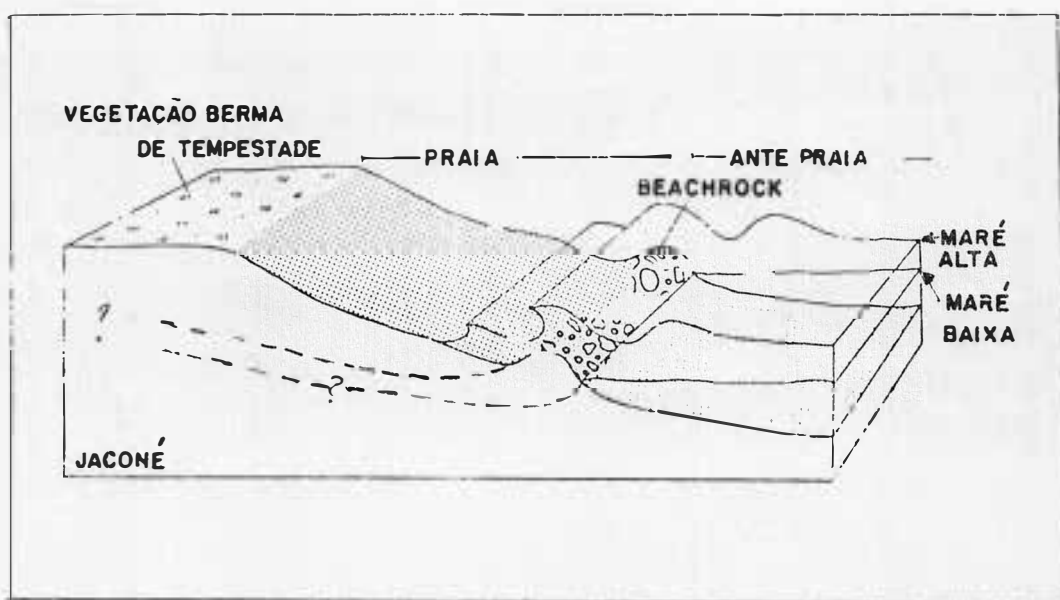


Fig. 10 - Bloco diagrama mostrando a localização dos arenitos de Jaconé em relação a praia

A classificação textural do sedimento que forma esse arenito é semelhante a da praia, variando de areia grossa a média, moderadamente selecionada. Os afloramentos se apresentam em geral cobertos por cracas e mexilhões (Fig. 11), quando no entanto são exumados por ação da erosão, surgem sem cobertura biogênica, permitindo uma nítida visualização da sua estrutura sedimentar (Fig. 12).

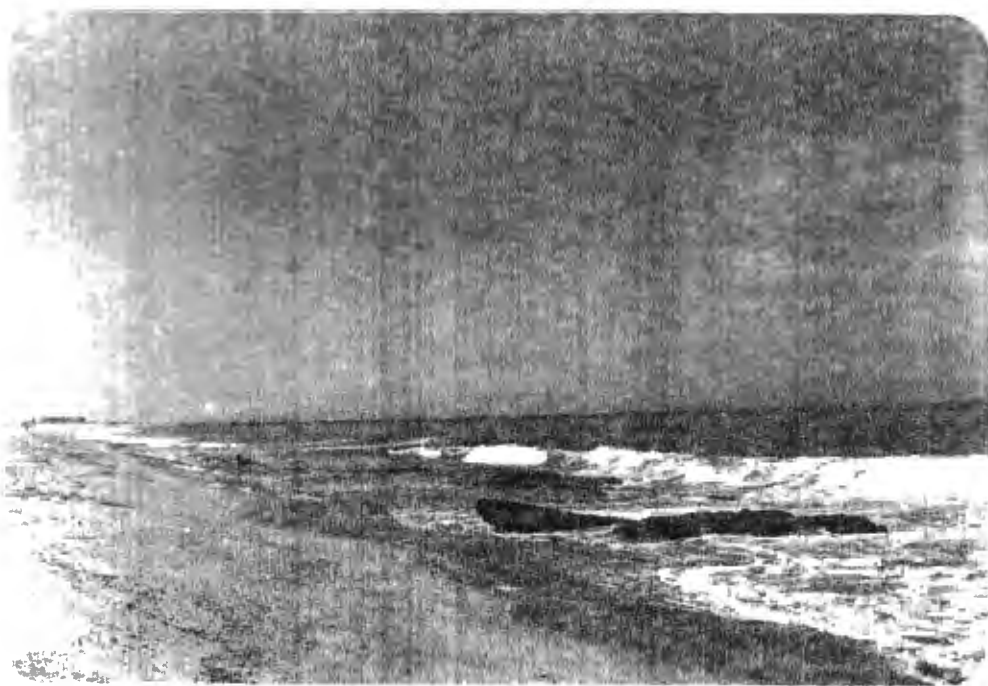


Fig. 11 – Praia de Jaconé – os arenitos aparecem completamente cobertos por cracas e mexilhões, aparecendo na fotografia pela coloração escura

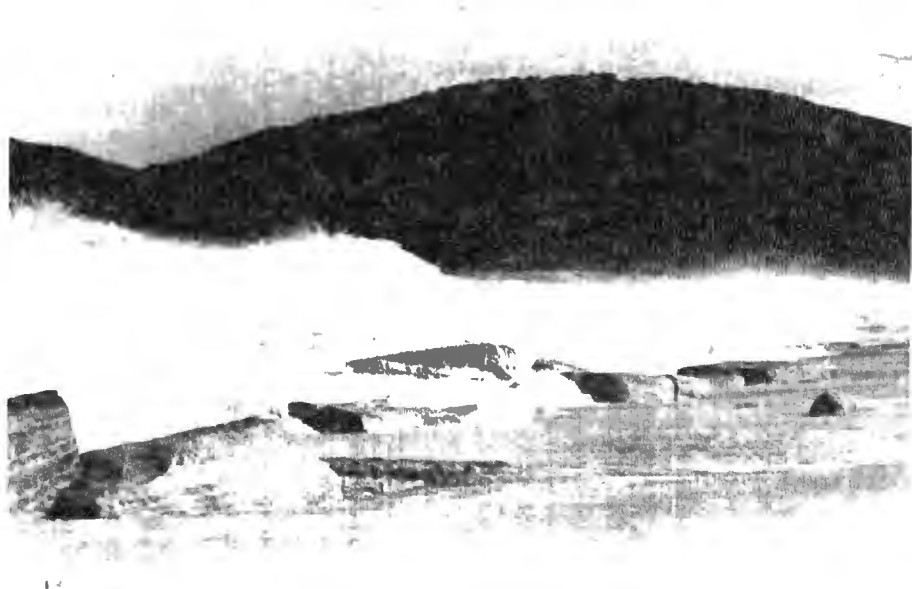


Fig. 12 – Praia de Jaconé – os arenitos aparecem expostos e sem encrustações de bentos, mostrando a sua estrutura

b) Granulometria

Na praia de Itaipuaçu as análises granulométricas indicam a presença de areia grossa a muito grossa diferenciando-a sensivelmente das outras praias da região, de granulação mais fina.

O contínuo aumento de leste para oeste da dimensão granulométrica dos sedimentos praiais, verificado por Muehe et al. (1977), atingem o seu máximo na faixa de localização do arenito de praia submerso, sugerindo uma influência deste como uma barreira ao fluxo de sedimentos, no sentido perpendicular à linha de praia. No entanto isto também pode resultar de um aumento da distribuição de energia das ondas ao longo do arco praial, como realmente parece ocorrer a partir da metade desse arco em direção a oeste, quando cessa o efeito da interferência das ilhas Maricás sobre as ondas de sudeste.

Na figura 13 está representado a posição dos pontos de coleta de amostras e as classes texturais, segundo Folk e Ward (1957). Os diâmetros granulométricos médios das amostras coletadas em cada perfil são representados por gráficos de média X distância, nos quais a distância é medida a partir da linha de praia em direção ao mar aberto. A classificação textural mostra que a praia é composta por areia grossa que se torna muito grossa na extremidade oeste do arco praial. A zona submarina entre o arenito e a praia, é caracterizada pela presença de areia grossa, e a zona submarina externa ao arenito apresenta, na faixa entre os perfis C e G, areia média e mesmo fina.

As curvas de frequência acumulada feitas para as três sub-unidades geomorfológicas da praia de Itaipuaçu mostram um bom selecionamento na areia da berma com nítida tendência a assimetria para o lado dos grosseiros, praticamente inexistindo frações mais

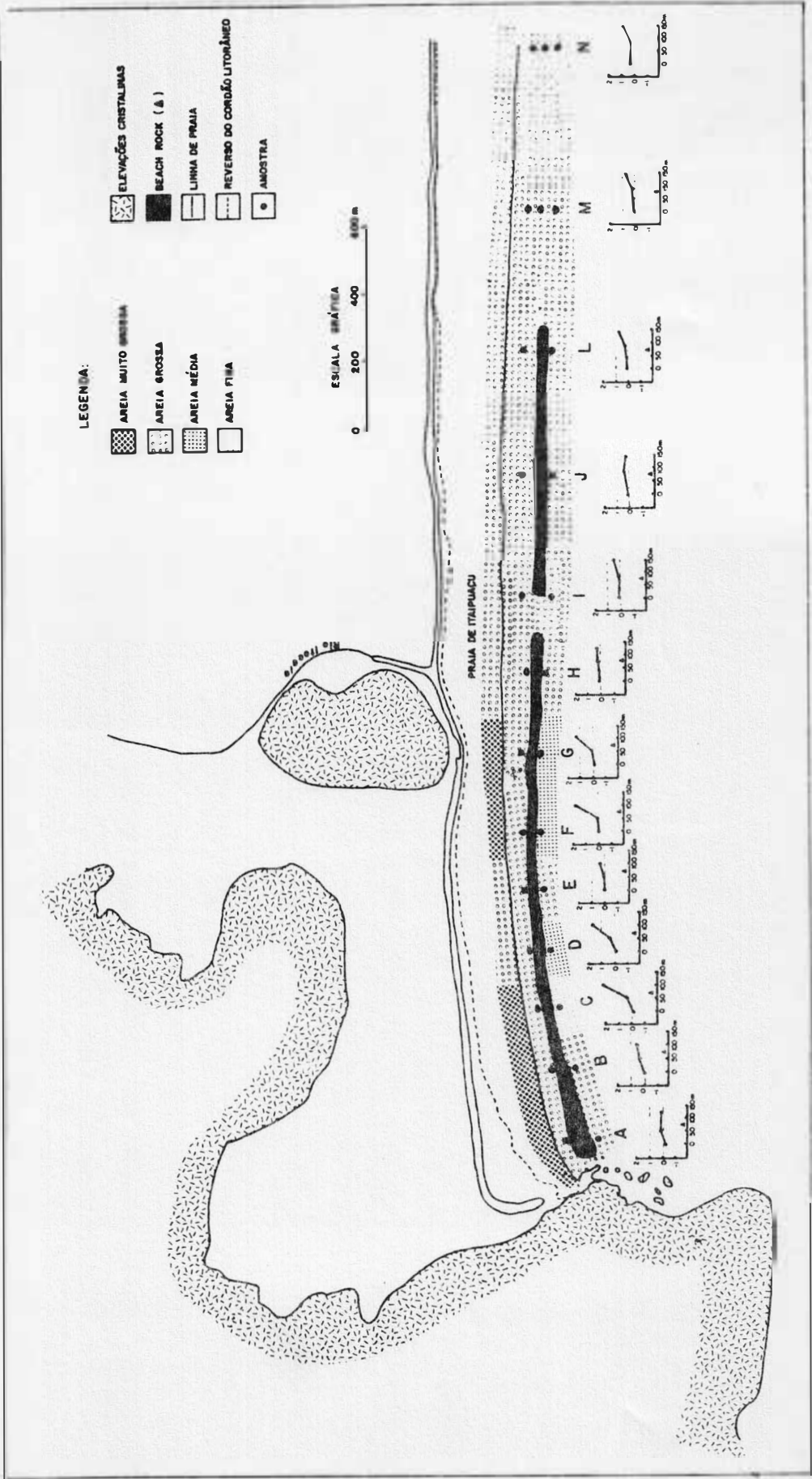


Fig. 13 - Mapa da distribuição granulométrica dos sedimentos da praia e da zona submarina em frente a Itaipuaçu

finas que 1,0 Phi. Na zona interna a distribuição granulométrica também apresenta um bom selecionamento tendendo a ser simétrica com um ligeiro aumento das frações até 2 Phi. A zona submarina externa apresenta um mal selecionamento, com grãos de textura mais fina, o que é de se esperar pelo próprio aumento de profundidade da água (Fig. 13).

Para determinar a dimensão mais grosseira, a dimensão mediana, e a dimensão mais fina dos grãos presentes em cada amostra, foram feitos gráficos para os diâmetros de 1º, do 50º e do 99º percentil da curva de frequência acumulada dos sedimentos da berma, da zona submarina interna e da zona submarina externa respectivamente (Fig. 14).

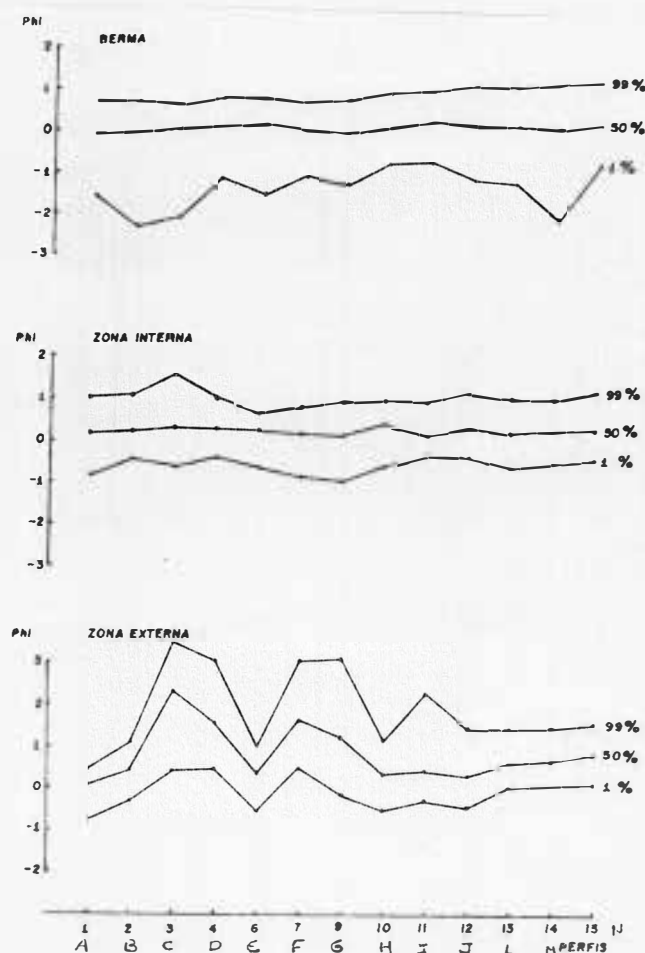


Fig. 14 - Gráfico de granulometria (Phi) - berma, zona interna e zona externa (Praia de Itaipuaçu)

Ao analisar esses gráficos verifica-se que na berma há um contínuo aumento da dimensão granulométrica em direção oeste, sendo que a partir do perfil 10 não mais ocorrem frações granulométricas mais finas que 1,0 Phi. O maior afastamento da linha do 1º percentil em relação à mediana quando comparado com o afastamento da linha do 99º percentil, mostra a tendência de assimetria em direção aos grosseiros, o que é confirmado pelos valores de assimetria que estão situados entre -0,11 e -0,39. Na zona submarina interna não foi observada uma tendência nítida de mudança na granulometria. No entanto, na zona submarina externa verifica-se uma ampla variação granulométrica diferente das outras subunidades geomorfológicas. As amostras são mais finas, apresentando frações menores que 2 Phi, a partir do perfil 12, logo após o início do arenito, em direção a oeste.

As curvas de frequência acumulada do arenito de Itaipuaçu apresentam um mal selecionamento, abrangendo uma faixa entre -1,5 a 3,75 Phi, possuindo assim frações de areia fina e muito fina não encontradas na face da praia. Já os sedimentos da face da praia se apresentam bem selecionados com frações entre -1,5 Phi a 0,5 Phi. Os arenitos portanto incorporam areias finas e muito finas, que não são encontradas na face da praia atual. Um aspecto a ser observado é a presença, nos arenitos, de estratos granulometricamente distintos. A análise granulométrica dessas camadas isoladamente apresenta resultados tipicamente de praia. Essa alternância de estratos texturalmente muito diferenciados indica que a praia recebia no passado o aporte de sedimentos mais finos que atualmente, ou que o arenito não se formou na face da praia (Fig. 15).

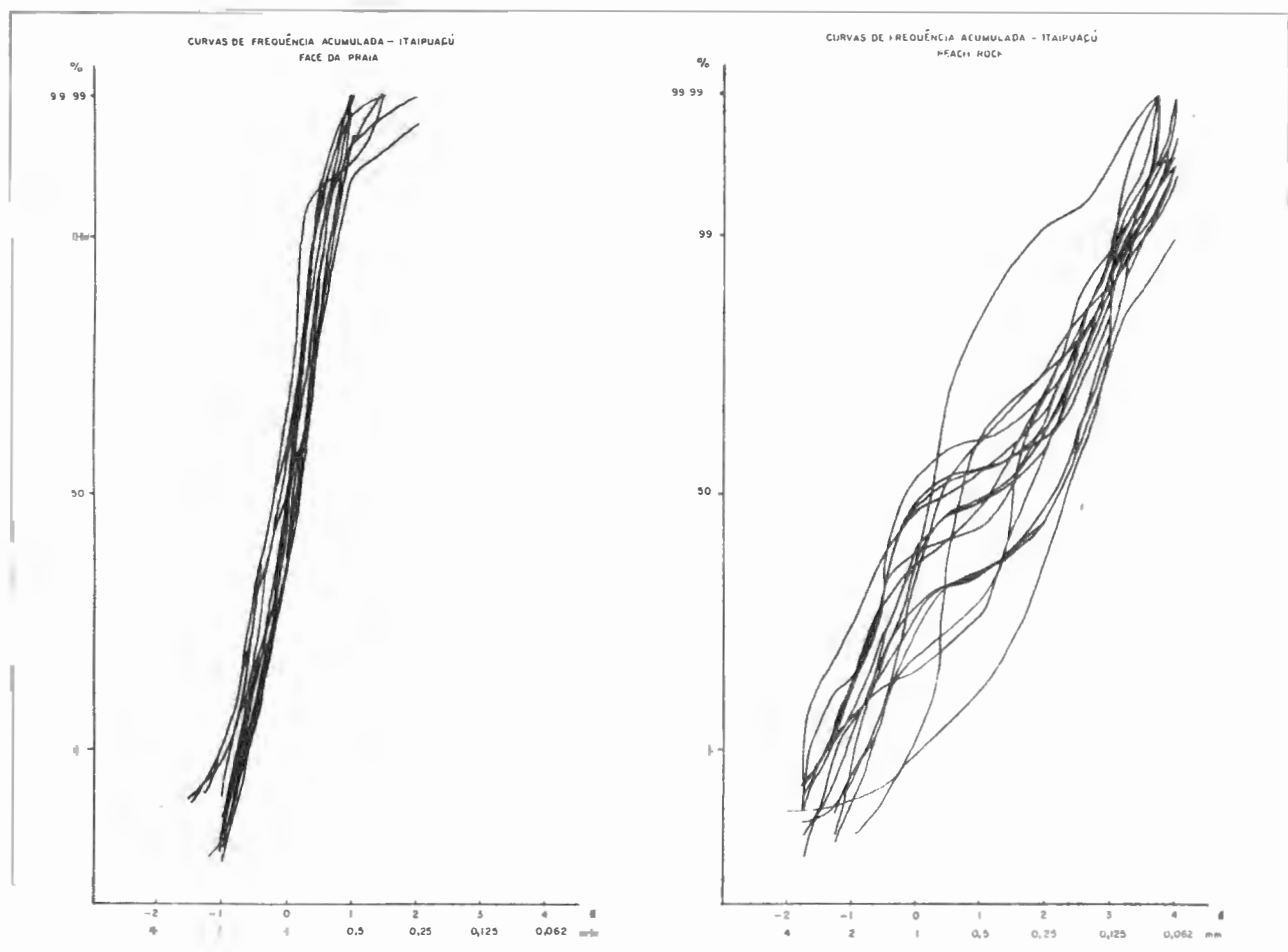


Fig. 15 - Praia de Itaipuaçu - curvas de frequência acumulada

Em Jacoñe as curvas granulométricas de frequência acumulada das amostras da face da praia e do arenito apresentam um mal selecionamento abrangendo todo o espectro da fração areia. Uma diferença apreciável pode ser constatada na quase ausência da fração de 0,2 a 1,5 Phi nos sedimentos da face da praia e a presença dessa fração nas amostras do arenito. Como decorrência os sedimentos da face da praia apresentam assimetria positiva ao passo que os do arenito tendem a apresentar distribuição simétrica. Consequentemente a suposição de que o arenito se tenha formado na própria face da praia, como frequentemente admitido, não é confirmada pela composição granulométrica (Fig. 16).

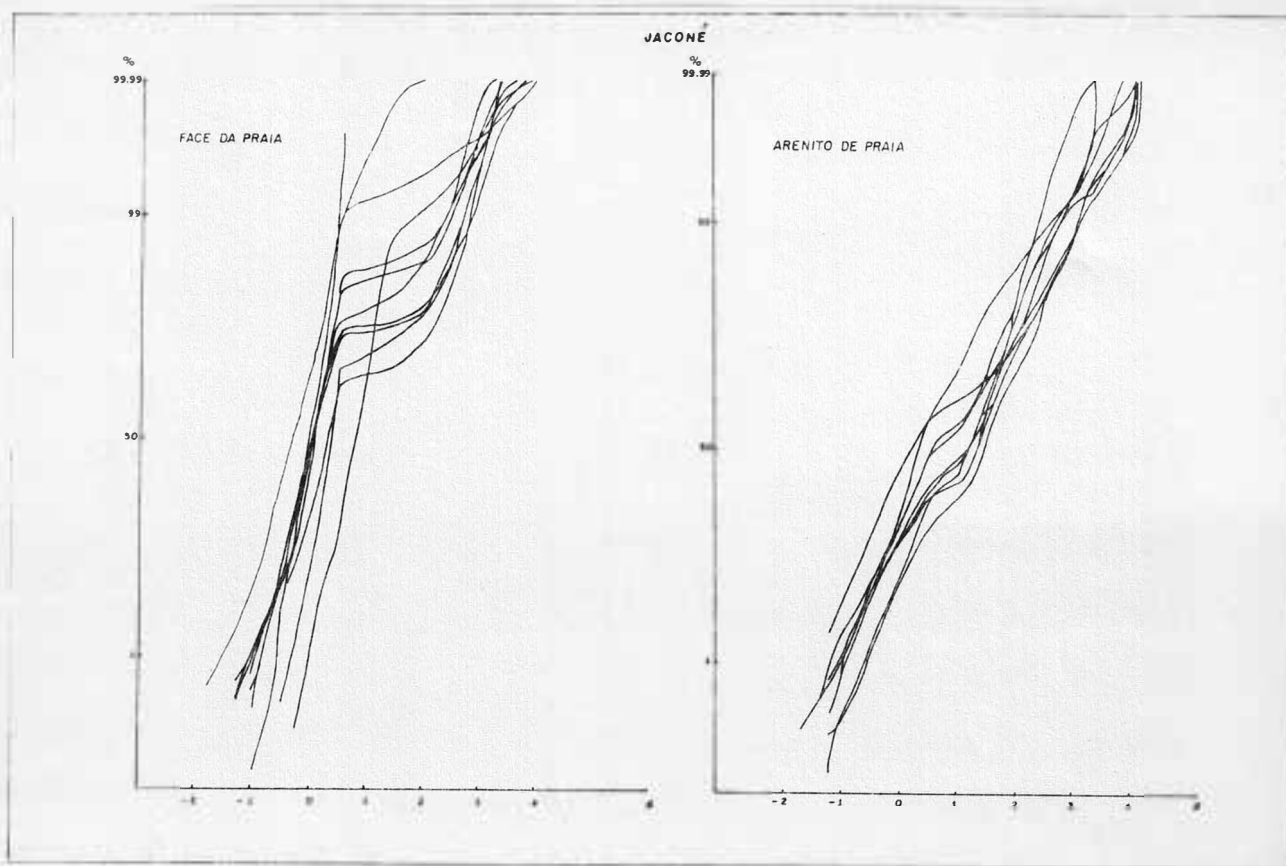


Fig.16 - Praia de Jaconé - curvas de frequência acumulada

A correlação gráfica entre a mediana e o desvio padrão de amostras da berma, face da praia e arenito separa as amostras da praia e as do arenito em dois grupos distintos (Fig.17), nos quais o maior desvio padrão dos sedimentos do arenito representa o elemento discriminador mais importante, conforme já mostrado na análise das curvas granulométricas.

Para uma caracterização do ambiente deposicional dos arenitos de Itaipuaçu e Jaconé com base na granulometria, foi feita a correlação gráfica entre a média e o valor discriminatório de Sahu (Fig.18). Sahu (1964) usou os parâmetros estatísticos definidos por Folk e Ward (1957) para estabelecer separações entre

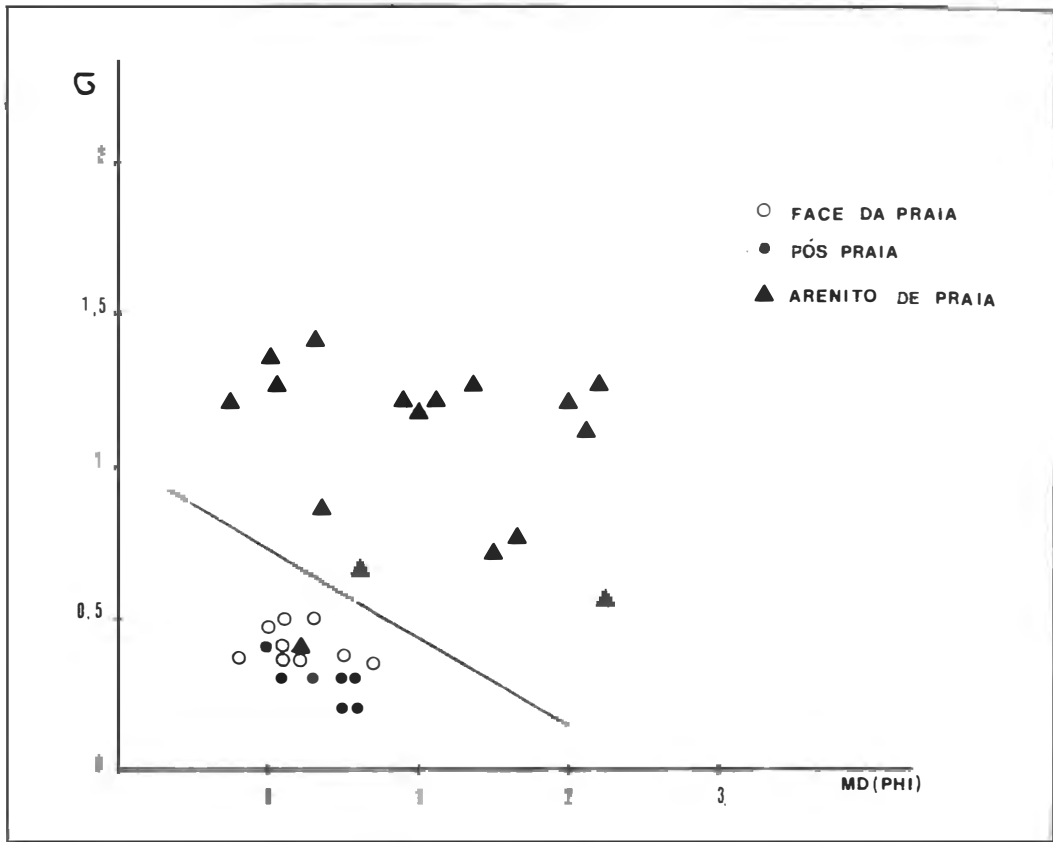


Fig.17 - Praia de Itaipuaçu - Gráfico: mediana x desvio padrão

CORRELAÇÃO ENTRE MÉDIA E VALOR DISCRIMINATÓRIO DE SAHU

$$Y = 15.6534 Mz + 65.7091 \sigma_1^2 + 18.1071 SK_1 + 18.5043 K_6$$

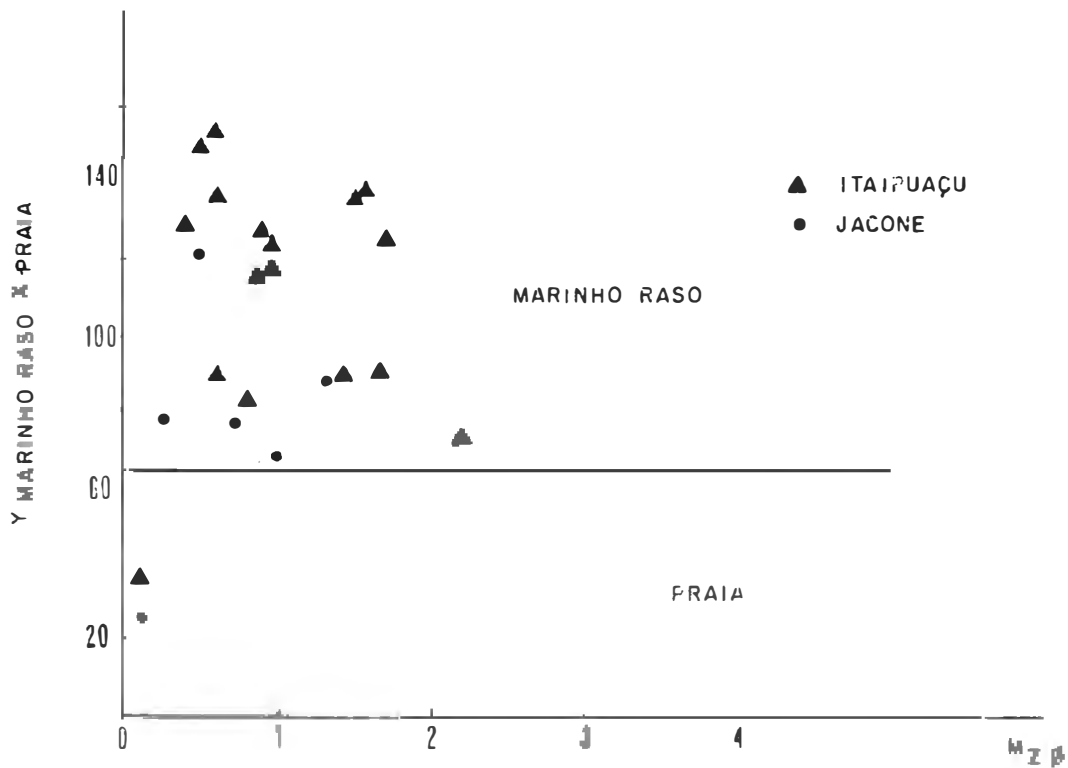


Fig. 18 - Gráfico de correlação entre média e o valor discriminatório de Sahu - praias de Itaipuaçu e Jacone

os ambientes eólico e praial, praial e marinho raso, marinho raso e fluvial, e entre fluvial e de correntes de turbidez. A variação desses ambientes é determinada, segundo Sahu, pela variação nos fatores energéticos e de fluidez ocorridos nos vários meios de transporte e de ambientes de deposição. O resultado deste gráfico mostra que a granulometria dos arenitos de praia de Itaipuaçu e Jaconé é típica de ambiente marinho raso. No entanto, a fórmula usada por Sahu para distinguir entre ambiente praial e marinho raso ($y = 15,6534 M_z + 65,7091 \sigma_1^2 + 18,1071 SK_1 + 18,5043 K_G$), usa o desvio padrão elevado ao quadrado, o que dá a esse parâmetro estatístico uma importância maior do que aos outros. Como já foi visto anteriormente, o valor do desvio padrão, principalmente para o arenito de Itaipuaçu, se apresenta ampliado pela mistura de camadas granulometricamente distintas.

c) Cimento carbonático

O resultado da análise do cimento de amostras do arenito de Itaipuaçu, por difração de Raio X, indica uma predominância de calcita o que é típico para a precipitação em água salobra. Entretanto a elevada presença de grãos de quartzo, que apresentam picos muito altos no gráfico, coincidentes com picos da calcita, dificultam a interpretação do difratograma (Fig. 19).

A análise petrográfica indica predominância de quartzo (80%) e apenas 10% de cimento carbonático, o que dificultou bastante a determinação da composição do cimento. Numa das lâminas foi possível verificar a existência do cimento calcita com baixo teor de magnésio ao redor dos grãos de quartzo. Além de todas essas dificuldades, ainda existe o problema da diagênese, já mencionado anteriormente, da aragonita para calcita que modifica

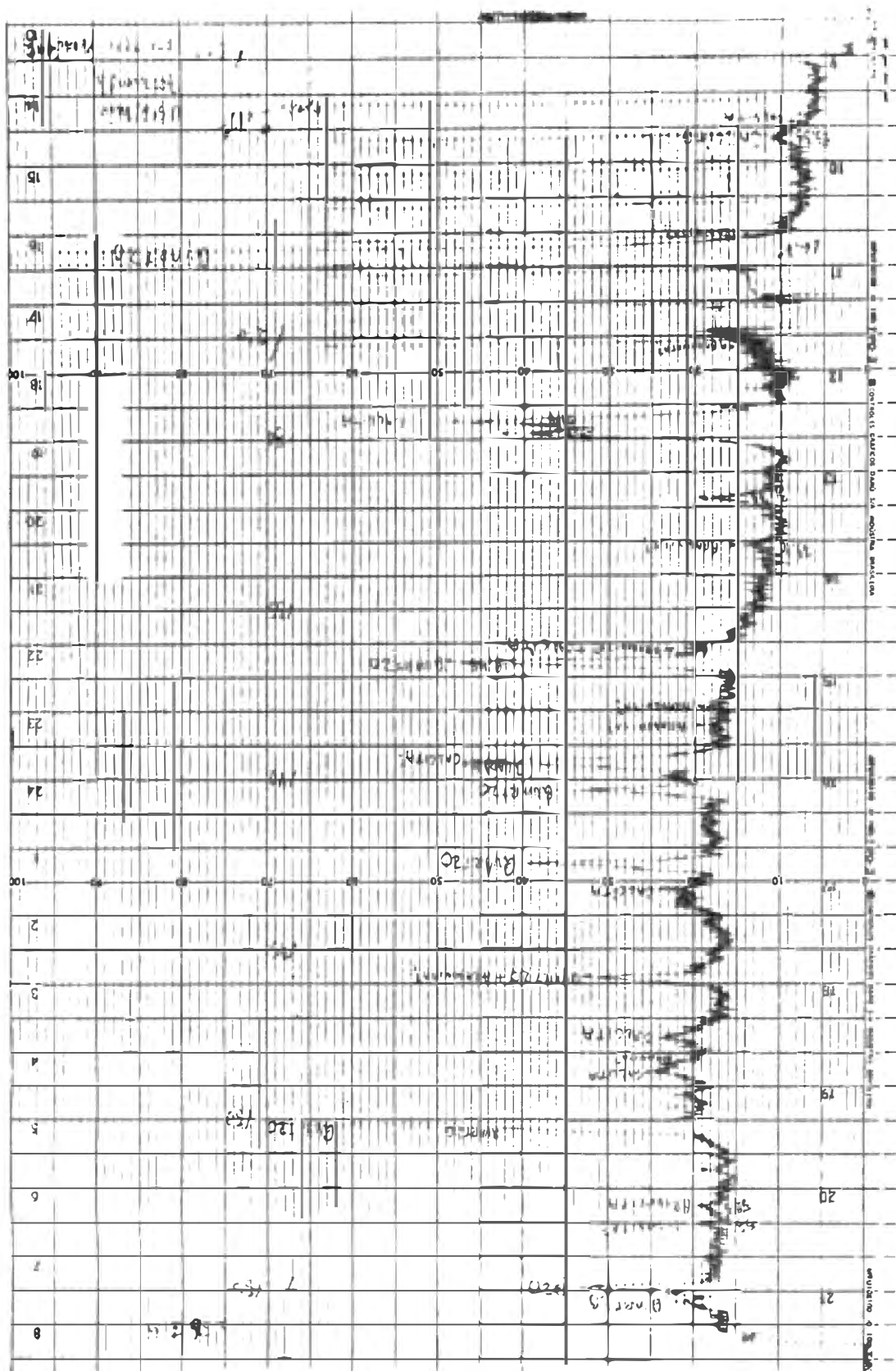


Fig. 19 - Difratoograma de Raio X - Determinação do tipo de cimento do Arenito de Itaipuaçu - Perfil 6 Amostra 2

ria sensivelmente o resultado das análises.

d) Análise da fauna

O resultado da análise da fauna de amostras do arenito de Itaipuaçu indica a existência frequente de fragmentos de Balanus sp. que são organismos típicos da faixa infratidal, o que faz supor que a consolidação do arenito se fez em ambiente submarino. Entretanto esses fragmentos podem também ter sido incorporados aos sedimentos praiiais após à morte dos organismos. A parcela de foraminíferos da espécie Mileolina, por ter suas carapaças calcárias porcelanóides, indica ambiente de alta energia, como ainda se apresenta atualmente, eliminando a possibilidade de o arenito ter se formado em ambiente lagunar. Outros organismos e restos de carapaças encontradas foram fragmentos de briozoa, tubos de vermes, microlamelibrânquios, ostracodes e foraminíferos (Triloculina sp., Quinqueloculina sp., Mileolina sp.).

e) Perfis de praia de Jaconé

A superposição de perfis de praia em Jaconé para um mesmo local mas em diferentes épocas, mostra a grande variabilidade topográfica da berma e da face da praia (Fig. 20) que, para a berma, chega a ser de 1,5m no sentido vertical. Essa variabilidade, típica para um ambiente de alta energia, faz com que o arenito, que se encontra localizado na região intermaré, fique ora mais soterrado, ora mais exposto.

PERFIS DE PRAIA

JACONÉ - PERFIL 1

LEGENDA:

1º	→	DATA:	16/08/85
2º	→		25/10/85
3º	→		24/11/85
4º	→		10/04/86
5º	→		28/05/86
6º	→		11-25/06/86
7º	→		01/07/86
BEACH ROCK	→		
8º	→		25/07/86
9º	→		29/10/86

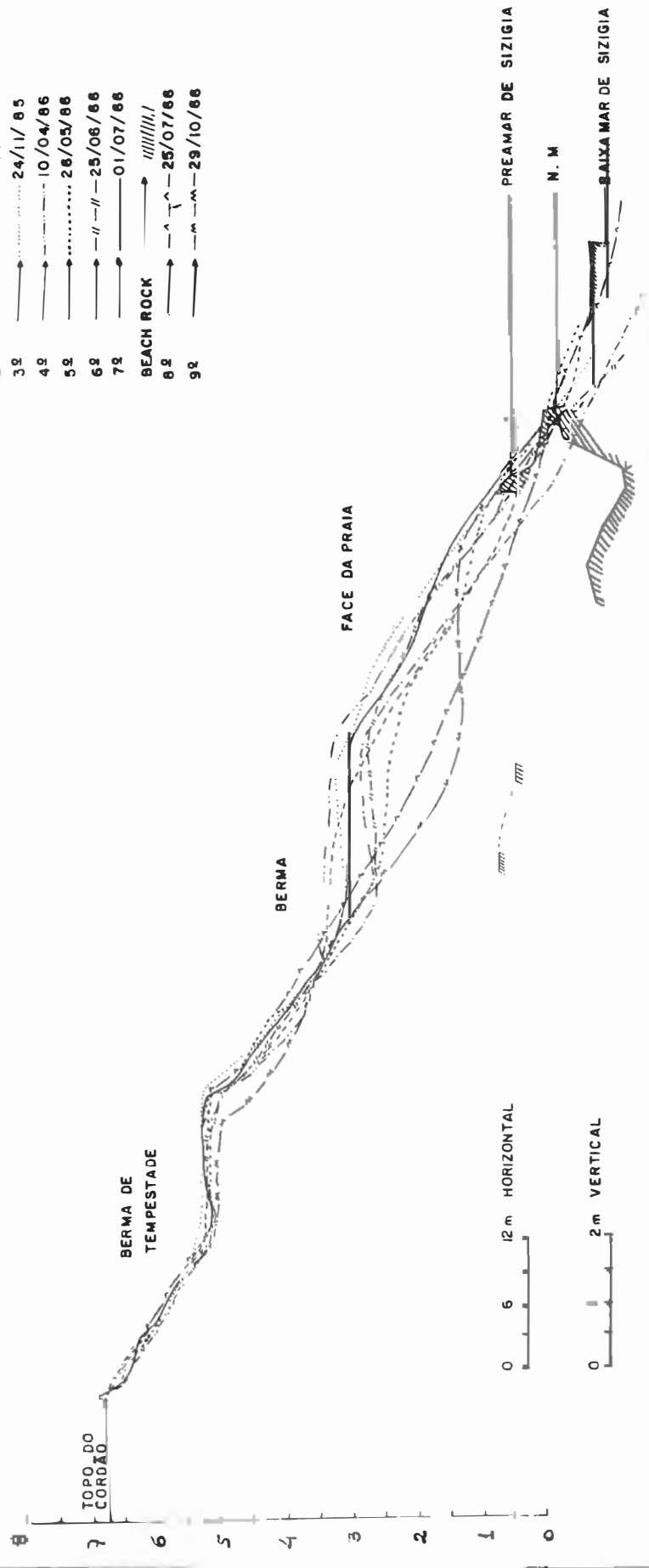


Fig. 20 - Perfis de praia (Jaconé) mostrando a variação do arenito em relação ao nível do mar e a grande variabilidade topográfica da praia

f) Sondagem

Através de uma sondagem por percussão na face da praia, foi possível constatar o prolongamento do arenito de Jaconé para o interior da praia. Com o auxílio de sísmica de reflexão e refração (Figs. 5 e 6), no sentido paralelo e perpendicular a linha de praia, confirmou-se a continuidade do arenito para o interior do corpo arenoso, sem no entanto precisar a sua extensão espacial. A posterior utilização de um amostrador a vibração (vibro corer) permitiu inferir a presença do arenito abaixo da berma a uma profundidade de dois metros, logo abaixo da superfície do lençol freático (Figs. 4 e 20). Essa constatação abriu uma nova interpretação para o ambiente de formação do arenito que poderia assim se formar a partir da saturação de carbonato de cálcio da água subterrânea no interior do corpo arenoso e não na face da praia. Isto também explicaria a granulometria diferenciada em relação a face da praia e mesmo a ocorrência de estruturas sedimentares primárias diferentes das que seriam esperadas para a face da praia, conforme interpretado por Ferreira (1969) e Bigarella(1975) na Bahia.

g) Perfis topográficos de Itaipuaçu

Os dois perfis topográficos transversais aos cordões litorâneos de Itaipuaçu (Fig. 21) mostram a ampla progradação do cordão litorâneo mais antigo do perfil B quando comparado com o cordão do perfil A. Este último, por se situar num compartimento topográfico, aparentemente recebeu menor afluxo de sedimentos. No perfil A a largura do cordão mais antigo é de 350m contra 1.350m do cordão do perfil B. A largura do cordão mais

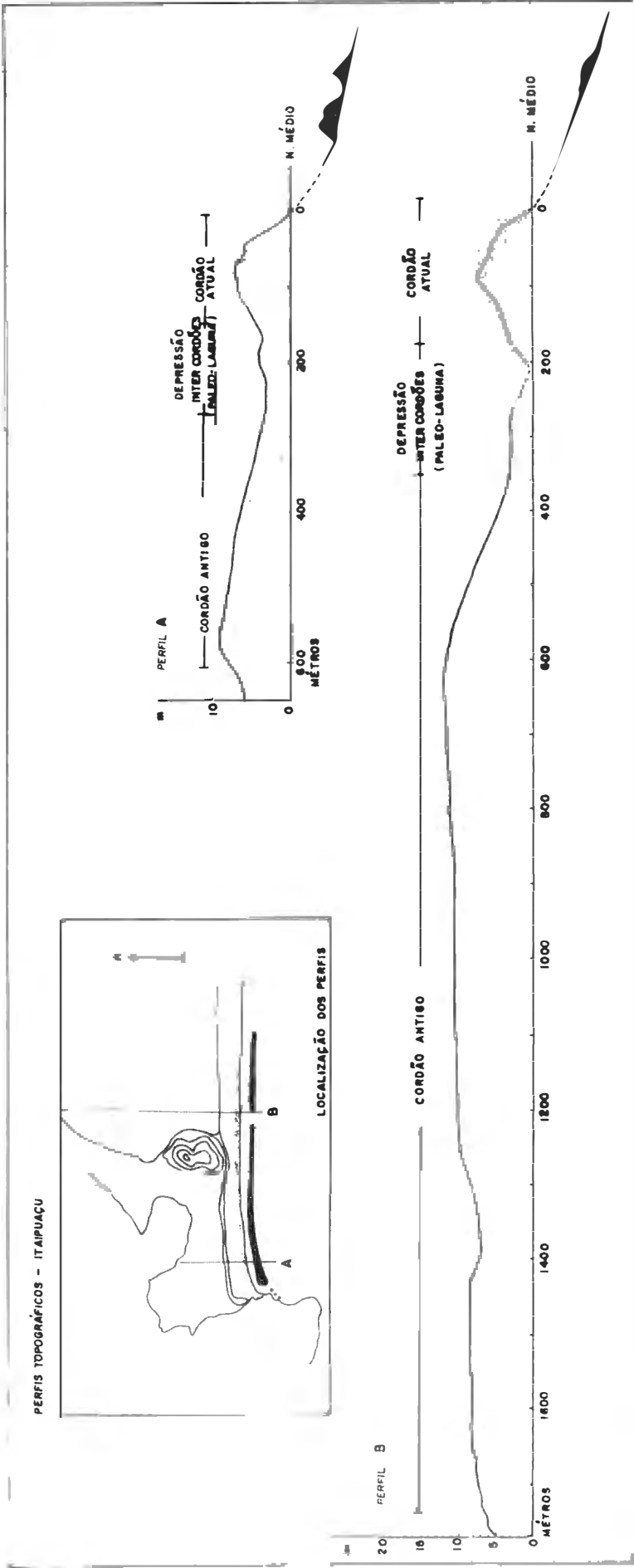


Fig. 21 - Perfis topográficos - Itaipuçu

recente é, em ambos os perfis, de 150m. A altura do topo do cordão mais antigo, em relação ao nível médio do mar é, no perfil A de 9,5m e no perfil B de 12m. O cordão mais recente apresenta, em ambos os perfis, a altura de 7,5m.

A topografia dos arenitos nos dois perfis também é diferente. No perfil A o arenito apresenta-se mais largo, com aproximadamente 100m, a profundidade de 3,5m abaixo do nível médio do mar. No perfil B ele está mais fundo 5,8m e menos largo, 50m.

A análise granulométrica de amostras coletadas ao longo dos dois perfis indica que os sedimentos do cordão mais antigo são mais finos que os do cordão mais recente (Tabela 6 e Fig. 22).

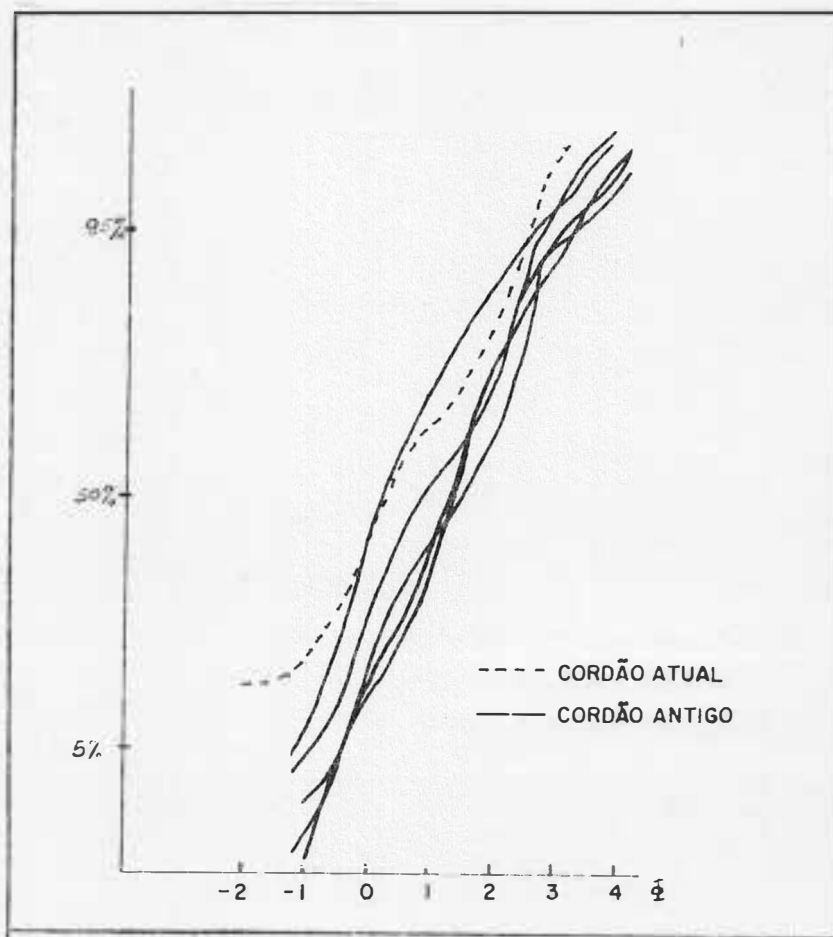


Fig. 22 - Curvas de frequência acumulada. Itaipuaçu - Cordão Atual e Cordão Antigo

V - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

V - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Pelos objetivos do trabalho há três aspectos fundamentais a serem respondidos: 1) o local de formação dos arenitos, uma vez que as atuais localizações dos mesmos não representam necessariamente os locais de formação, ou seja, a face da praia, o interior do corpo sedimentar da praia, ou a zona submarina; 2) a determinação da idade dos arenitos o que representaria um importante elemento para a avaliação das variações do nível relativo do mar e da mobilidade dos cordões litorâneos em função dessas variações; 3) a influência dos arenitos submersos no fluxo de sedimentos costeiros.

A discussão a seguir se orientará no sentido de obter respostas a essas questões através da avaliação dos dados levantados.

LOCAL DE FORMAÇÃO

Os resultados da análise granulométrica feita no arenito de Itaipuaçu não são conclusivos quanto ao local de formação. As curvas de frequência acumulada dos sedimentos da face da praia e dos arenitos (Fig. 15) mostram uma grande diferença de selecionamento e de tamanho de grãos, o que é bem demonstrado pelo gráfico de correlação entre a mediana e o desvio padrão das distribuições granulométricas (Fig. 17). Este aspecto não favorece a hipótese de o arenito ter se formado na face da praia. Os resultados obtidos na análise do transporte de sedimentos na zona submarina em frente à Itaipuaçu mostram uma provável influência do arenito atuando como uma barreira ao fluxo de sedimentos no sentido perpendicular à linha de praia impedindo o retorno, à

praia, das frações arenosas mais finas. Nesse caso a face da praia poderia ter apresentado, na época de formação do arenito uma granulometria com frações mais finas do que atualmente. O arenito então poderia efetivamente ter se formado na face da praia, sendo que sua granulometria refletiria as condições vigentes naquela época. Uma outra possibilidade é o arenito ter se formado no interior do corpo sedimentar da praia, na zona de oscilação do lençol freático, sua exposição teria então ocorrido posteriormente em decorrência da migração do cordão litorâneo em direção ao continente.

Em Jaconé a semelhança granulométrica entre os sedimentos da face da praia e os do arenito é maior (Fig.15). Mesmo assim há uma diferença apreciável pela quase ausência da fração de 0,2 a 1,5 Phi nos sedimentos da face da praia e a presença dessa fração nas amostras do arenito, o que, da mesma forma que em Itaipuaçu não favorece a suposição de o arenito ter se formado na face da praia.

A aplicação das fórmulas discriminatórias de Sahu (1964) coloca tanto o arenito de Itaipuaçu quanto o de Jaconé em ambiente marinho raso (Fig. 18). Entretanto cerca de 10% das amostras de sedimentos da face da praia apresenta o mesmo resultado (Tabela 1) o que demonstra que o método não é suficientemente apurado para caracterizar ambientes deposicionais de transição.

Apesar de não conclusivas as características texturais não fortalecem a hipótese de formação do arenito na face da praia. A sua formação no interior do corpo sedimentar, como é encontrado hoje em Jaconé, ou na zona submarina, como em Itaipuaçu, poderá ser comprovada pela característica do cimento.

Souza (1988) ao analisar amostras do arenito de Itai-

puau mostra que o mesmo é formado por três tipos de cimento carbonático, caracterizando diferentes fases de cimentação. A primeira fase é caracterizada pela formação de franjas de calcita magnesiana microcristalina precipitadas ao redor dos grãos em condições marinhas; a segunda fase, e principal, é caracterizada pelo preenchimento intergranular por cimento calcítico pobre em magnésio, em ambiente de lençol freático, o que dá sustentação à hipótese de formação do arenito no interior do corpo sedimentar; e uma terceira fase de cimentação, ocorrendo atualmente, representado por franjas de calcita circundando os poros, em continuidade com o cimento da fase anterior. As lâminas petrográficas feitas para Itaipuaçu e Jaconé confirmam as interpretações de Souza; apresentam como cimento predominante a calcita, porém nota-se pelo menos dois períodos distintos de cimentação, um mais antigo onde o cimento micrítico ou calcita criptocristalina predomina e um mais recente onde existe algumas franjas de aragonita envolvendo os grãos de quartzo. Essas observações coincidem com a hipótese de Russel sobre a cimentação dos arenitos de praia, onde existem três estágios de cimentação.

IDADE DOS ARENITOS

A determinação da idade dos arenitos representa um importante elemento para a reconstituição da evolução dos cordões litorâneos. Em Itaipuaçu, dependendo dessa idade, o arenito teria se formado ou no interior do cordão mais antigo, que posteriormente teria migrado para sua posição atual em função da elevação do nível do mar, ou no interior do cordão mais recente. Esta determinação de idade daria uma idéia das taxas de subida do

nível do mar e do recuo desse cordão em função da última oscilação transgressiva.

Muehe (1984), associou a formação do arenito de Itaipuaçu ao cordão mais recente, sugerindo para aquele uma idade de 2.800 anos A.P. correspondente à idade da regressão mais recente (Suguio & Martin 1985). Entretanto a maior semelhança granu-

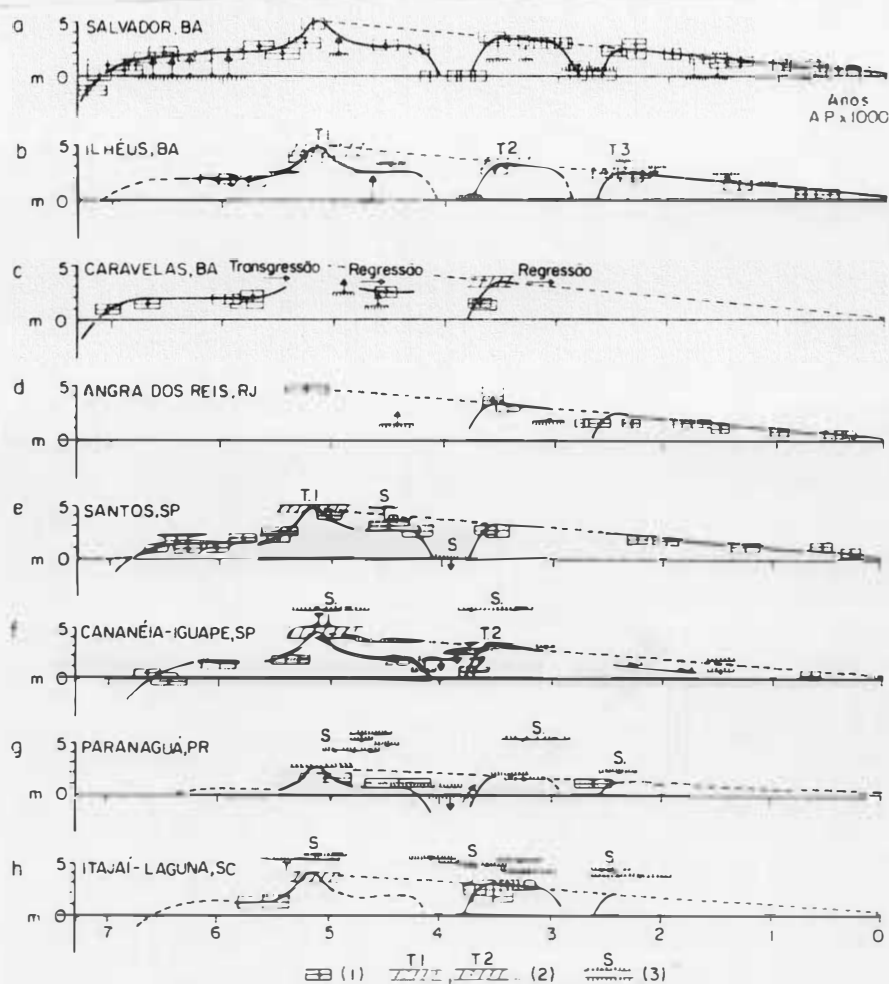


Fig. 23 - Curvas de variação do nível relativo do mar em vários setores do litoral brasileiro durante os últimos 7.000 anos A.P. (Suguio e Martin)

- (1) Reconstrução de níveis marinhos preteritos
- (2) Terraços de construção marinha
- (3) Idades de sambaquis

lométrica do arenito com o cordão mais antigo, assim como a existência de uma abertura neste cordão, representando a antiga desembocadura do rio Itocaia, e que é encontrada no arenito (Fig. 13) são indícios de que o arenito pode ter se formado no cordão mais antigo. Para reforçar essa interpretação pode ser usado o seguinte raciocínio: considerando que o topo do arenito corresponde, a grosso modo, à altura da preamar de sizigia, conforme ficou evidenciado pela sua localização abaixo da berma em Jacoñé (Fig. 20) teríamos que o nível médio do mar situava-se, à época da formação do arenito, a 0,7m abaixo do topo desse mesmo arenito. Como esse topo está situado atualmente em aproximadamente 4 a 5m abaixo do nível médio do mar, teríamos que assumir uma regressão da ordem de 4,7 a 5,7m. Não há, até o momento, nenhum registro, no litoral brasileiro, de uma regressão dessa amplitude. Isso reforça a idéia de associar o arenito ao cordão mais antigo, portanto a uma idade um pouco superior a 7.000 anos, quando o nível médio relativo do mar, na transgressão holocênica, atingiu, pela primeira vez a posição do nível médio atual (Fig. 23).

A formação do arenito se deu portanto no final da transgressão flandriana, antes que a mesma atingisse a altura do nível médio atual. Os perfis topográficos de Itaipuaçu (Fig. 21) mostram um ligeiro aumento de altura no topo do cordão mais antigo em relação ao seu reverso. Isso sugere que o nível do mar se estabilizou e apesar disso o cordão continuou progradando, até atingir um equilíbrio em relação ao nível do mar e estabilizar. O arenito estaria na zona submersa durante todo esse processo de estabilização do cordão litorâneo sofrendo exumação, uma vez que os sedimentos são retirados da plataforma continental interna e depositados na praia (Bruun 1982). Portanto, inicialmente o cor-

dão litorâneo se deslocou para a retaguarda em cerca de 1.750m , em adaptação à continuação da subida do nível médio do mar, deixando o arenito como testemunho de sua antiga posição. Com a redução da taxa de elevação do nível do mar o cordão litorâneo passou a progradar alargando-se, por anexação de sucessivas cristas de praia, em cerca de 1.100m. Essa fase de progradação cessa com a primeira oscilação regressiva há cerca de 4.100 anos A.P. O cordão mais recente deve ter se formado na fase transgressiva subsequente, em torno de 3.700 anos ou 2.600 A.P.

Em Jaconé a associação do arenito com o cordão litorâneo mais recente é óbvia pela posição que ele ocupa atualmente. Por conseguinte sua idade também é menor, sendo necessariamente inferior à fase transgressiva dos 3.700 anos A.P.

Quanto ao afloramento do arenito na base da face da praia, é um indicador de que o cordão mais recente de Jaconé recuou, ou continua recuando, uma vez que a formação do arenito se deu no interior do corpo sedimentar e não na face da praia.

INFLUÊNCIA DOS ARENITOS NO FLUXO DE SEDIMENTOS

O terceiro aspecto fundamental desse trabalho consiste na avaliação da influência dos arenitos submersos de Itaipuaçu no fluxo de sedimentos costeiros. A existência de uma barreira submarina, formada pelos arenitos, poderia barrar ou interferir no transporte de sedimentos entre a praia e a zona submarina próxima. De fato, os resultados indicam uma interrupção do aporte de sedimentos da plataforma continental interna em direção à costa, uma vez que apenas a camada superior do sistema de circulação está direcionado para a praia, não sendo provável que em

profundidades de água superiores a 9 metros a concentração de areias em suspensão seja importante. No entanto, na zona entre o arenito e a praia onde a profundidade é reduzida e há forte turbulência durante as tempestades, as frações arenosas finas são colocadas em suspensão e possivelmente transportadas por cima do arenito, em direção ao mar aberto, depositando-se logo após com a diminuição da turbulência (Muehe & Ignarra 1987).

A diminuição dos diâmetros granulométricos em função da profundidade (Fig. 13), registrada em quase todos os perfis, é em princípio uma tendência típica da distribuição dos sedimentos na zona submarina rasa. Entretanto, diminuições muito bruscas na zona externa do arenito, como as apresentadas em vários perfis, se diferenciam, nitidamente do padrão registrado na zona fora da influência do arenito. Este fato parece confirmar a hipótese de que existe algum tipo de influência do arenito sobre o fluxo dos sedimentos. Esse padrão anômalo não ocorre na extremidade leste da barreira de arenito, o que pode ser explicado pela abertura existente na altura dos perfis H e I (Fig. 13) e do gradativo aumento da distância do arenito em relação à praia, e pelo aporte de sedimentos pela corrente longitudinal. Nos perfis A e B o padrão anômalo também não ocorre, pois o arenito está localizado mais próximo da praia, a profundidade da água é menor e o afloramento apresenta uma largura quase três vezes maior que no restante da ocorrência. Além disso sua altura sobre o fundo é comparativamente mais baixa (Fig. 8). Esses fatores criam respostas hidrodinamicamente diferentes do restante da área afetada pela barreira de arenito.

· VI - CONCLUSÕES

VI - CONCLUSÕES

O conjunto de dados levantados nas praias de Itaipuaçu e Jaconé levaram às seguintes conclusões enumeradas sucintamente abaixo:

1. A principal fase de cimentação do arenito se caracteriza pelo preenchimento intergranular com cimento calcítico (calcita criptocristalina), pobre em magnésio, associado portanto ao ambiente freático.
2. O principal local de formação dos arenitos foi o interior do corpo sedimentar da praia, abaixo da berma, e não a face da praia, como normalmente admitido. Consequentemente os "beach rocks" de Itaipuaçu e Jaconé não representam arenitos de praia do tipo convencional mas sim "pseudo beach rocks" conforme de nominação sugerida por Russell (1971).
3. Em Jaconé, o local de formação do arenito, associado à zona de flutuação do lençol freático, coloca o topo do mesmo a uma altura aproximadamente correspondente à da preamar de sizígia. Portanto levando em conta a amplitude de variação da maré de sizígia, o nível médio do mar poderá ter se situado até cerca de 0,7m abaixo da altura máxima do topo do arenito.
4. A idade do arenito de Itaipuaçu foi inferida como sendo pouco superior a 7.000 anos A.P., estando assim associado ao cordão litorâneo mais antigo, e não ao cordão mais recente, conforme interpretado por Muehe (1984).
5. A idade do arenito de Jaconé foi inferida como sendo correspondente à idade do cordão litorâneo mais recente, ou seja inferior à transgressão de 3.700 anos A.P.

6. O cordão litorâneo mais antigo migrou para sua posição atual durante o final da transgressão flandriana, aumentando posteriormente sua largura por um processo de progradação.
7. Arenitos submersos podem formar barreiras ao transporte de sedimentos capazes de provocar reflexos na granulometria e mesmo na configuração do litoral. Em Itaipuaçu o efeito aparentemente se reflete na granulometria dos sedimentos da praia que se apresentam grosseiros não só por um possível aumento de energia das ondas mas também pela interrupção do aporte de sedimentos da plataforma continental interna, devido à presença da barreira submarina, e pelo impedimento ao retorno das frações arenosas finas removidas da praia durante as tempestades e depositadas atrás da barreira, no lado voltado para o mar aberto.

VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDERSON, T. - 1972 - Mediterranean beachrock cementation: Marine precipitation of Mg - calcite. In: Mediterranean sea: A natural sedimentation laboratory. Ed. D.J.Stanley, Dowden, Hutchinson and Rose, Stroudsburg, Pennsylvania, p. 203-223.
- ALLEN, R.C.; GAVISH, E.; FRIEDMAN, G.M. e SANDERS, J.E. - 1969 - Aragonite-cemented sandstone from outer continental shelf off Delaware bay: submarine Lithification mechanism yields product ressemblance beachrock; Jour. of Sed. Petrol. (39), 1, pp. 136-149.
- ANDRADE, G.O. - 1955 - Itamaracá. Contribuição para o estudo morfológico da costa pernambucana. Recife, Tese Concurso, 84p.
- BIGARELLA, J.J. - 1975 - Reef sandstones from northeastern Brazil. Anais Acad. brasil. Ciênc., vol. 17 - suplemento.
- BRANNER, J.C. - 1904 - The stone reefs of Brazil. Their ecological and geographical relations with a chapter of the coral reefs. Mus. Comp. Zool. Bull., Harvard Coll., Cambridge, 44p.
- BRICKER, O.P. - 1971 - Carbonate cements: Johns Hopkins Univ. Studies Geology, nº 19, 376p.
- BRUUN, P. - 1962 - Sea level rise as a cause of shore erosion. Proc. Asce J. Waterw. Harbors. Div., 88: 117-130.
- CAMPOS, H.S. & SWEENEY, R.E. - 1979 - C^{13}/C^{12} e O^{18}/O^{16} em ambientes de rochas de praia. Rev. Bras.Geociên.vol. 9, nº1.
- COUTINHO, P.N. & FARIAS, C.C. - 1979 - Contribuição à origem dos (arenitos) recifes do Nordeste. Atas do IX Simpósio de Geologia do Nordeste, Natal (RN).
- DARWIN, C.H. - 1841 - On a remarkable bar of sandstone of Pernambuco on the coast of Brazil. London, Edinburgh, Dublin Philos. Mag. and Jour. Sci., 19:257-261.

- EMERY, K.O. - 1961 - A simple method of measuring beach profiles. *Limnol. Oceanog.*, 6, 90-93.
- FERREIRA, Y.A. - 1969 - Recifes de arenito de Salvador, Bahia. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 41(4), p.541-548.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. - 1957 - Brazos river bar: A study in significance of grain size parameters. *Jour. Sed. Pet.*, 27(1): 3-26.
- GINSBURG, R.N. - 1953 - Beachrock in south Florida. *Jour. Sed. Pet.* vol.23, nº 2, pp.85-92.
- GORINI, M.A. & MUEHE, D. - 1971 - Comunicação. *Acad. Bras. Ciênc.*, Seção de 31 de agosto de 1971.
- HANOR, J.S. - 1978 - Precipitation of beachrock cements: Mixing of marine and meteoric waters Vs CO₂ degassing. *Jour. Sed. Pet.* vol. 48, nº 2, p. 489-501.
- KOMAR, P.D. - 1976 - Beach processes and sedimentation. Prentice-Hall, pp. 389-391.
- KUENEN, P.H. - 1950 - Geology of coral reefs: Snellius Exped.Repts., vol.5 (2), p. 1-126.
- MABESONE, J.N. - 1964 - Origin and age of the sandstone reef of Pernambuco (north-eastern Brazil). *Jour. Sed. Pet.* 34(4): 715-726.
- MACEDO, A.C.M. - 1971 - Testemunhos geológicos da evolução do litoral no Estado da Guanabara. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 43, 3/4 , p. 832.
- MORAIS, J. - 1967 - Contribuição ao estudo dos "beachrocks" do nordeste do Brasil. *Trab. Ocean. Univ. Fed. Pe.*, Recife, 9/11, p. 79-84.
- MUEHE, D. - 1982 - Evidence of landward translation of beach barriers east of Guanabara bay. I.G.U. Latin American Regional Conference. Abstract. p.91, Rio de Janeiro.

- MUEHE, D. - 1983 - Consequências higroclimáticas das glaciações quaternárias no relevo costeiro a leste da Baía de Guanabara . Rev. Bras. Geoc., 13(4):245-252.
- MUEHE, D. - 1984 - Evidências de recuo dos cordões litorâneos em direção ao continente no litoral do Rio de Janeiro. Restingas: origem, estrutura, e processos - Lacerda, L.D.; Araújo, D. S. D.; Cerqueira, R.; Turcq, B. orgs. CEUFF - Niterói, 1984, p. 75-80.
- MUEHE, D., MARANHÃO, V.de A. et al. - 1977 - Características texturais dos sedimentos de algumas praias do litoral sul-oriental do Estado do Rio de Janeiro.
- MUEHE, D. & IGNARRA, S. - 1984 - Arenito de praia submerso em frente à praia de Itaipuaçu - RJ. 33º Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro.
- MUEHE, D. & IGNARRA, S. - 1987 - O arenito de praia de Itaipuaçu e sua influência no fluxo de sedimentos. Anais do I Simpósio de Geologia Regional, RJ-ES. p. 57-69.
- OLIVEIRA, M.J.M. de - 1978 - Os "recifes" de Natal. Dissertação de Mestrado, Univ. Federal de Pernambuco, Recife, p. 76.
- OTTMANN, F. - 1960 - Une Hhypohtèse sur l'origin des "arrecifes" du nordeste brésilien. Soc. Géol. France, Compt. Rend. Somm., 175-1,176.
- ROCHA, J.; MILLIMAN, J.D.; SANTANA, C.I.; VICALVI, M.A. - 1975 - Upper continental margin sedimentation off Brazil, part V, south ern Brazil. Contribution Sedimentology, vol. 4, p. 117-150.
- RUSSELL, R.J. - 1962 - Origin of beachrock. Zeitsch. F. Geomorphol., vol. 6, p. 1-16.
- RUSSELL, R.J. - 1971 - Water-table effects on seacoasts. Geol. Soc. of America Bulletin, vol. 82, p. 2343-2348.
- SAHU, B.K. - 1964 - Depositional mechanisms from the size analysis

- of clastic sediments. Jour. Sed. Pet., vol. 34, nº 1, p.73-83.
- SOUZA, R.S. - 1988 - Cimentação carbonática do beachrock de Itaipuaçu Maricá, Rio de Janeiro. Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia, Belém, Pará, vol. 2: p.975-980.
- SUGUIO, K. et al. - 1985 - Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. Rev. Bras. Geociênc. vol. 15(4): 273-286.

VIII - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

VIII - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CLARK, J.A. & BLOOM, A.L. - 1979 - Hydro-isostasy and holocene emergence of South America. In: International Symposium of Coastal Evolution in the Quaternary. Proceedings, 41-60. S.Paulo.
- COE NETO, R. - 1984 - Algumas considerações sobre a origem do sistema lagunar de Araruama. In: Restingas - origem, estrutura , processos - Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R.;Turcq, B. (organizadores) - UFF, Niterói, p. 61-63.
- CUNHA, Fausto L. de J.; Andrade, A.B.E. - 1972 - Evidência glácio-eustática no litoral de Niterói, RJ. In: Bol. Geog. 35(252):154-164.
- CURRAY, J.R.; Emmel, F.J., & CRAMPTON, P.J.S. - 1969 - Lagunas costeiras. In: Mem. Simp. Int. Lagunas Costeiras. UNAM-UNESCO , nov. 28-30/1967, México, DF. p. 63-100.
- DANA, J.D. - 1851 - On coral reefs and islands. In: American Jour. Sci., Série 2, vol. 11, art. XLI, Part. I.
- DANA, J.D. - 1851 - On coral reefs and islands. In: American Jour. Sci., Série 2, vol. 12, art. VI, Part. II.
- DELANEY, P.J.V. - 1975 - Reef rock on the coastal platform of Southern Brazil and Uruguay. An. Acad. Bras. Ciênc., vol. 47 , Suplemento.
- DONALDSON, J.A. & Ricketts, B.D. - 1979 - Beachrock in Proterozoic Dolostone of the Belcher Islands, Northwest territories, Canadá. Jour. Sed. Pet., vol. 49, nº 4, p. 1287-1294.
- DUBOIS, R.N. - 1976 - Nearshore evidence in support of the bruun Rule on shore erosion. Jour. Geol., vol. 84, p. 485-491.
- FOLK, R.L. - 1965 - Some aspects of recrystallization in ancient limestones. In: L.C.Proy and R.C. Murray (eds.) Dolomitization and Limestones Diagenesis: Soc. of. Econo. Paleontologists and Mine-

- ralogists, Special Publication, 13, p. 14-48.
- FOLK, R.L. - 1974 - The natural history of crystalline calcium carbonate: Efect of magnesium content and salinity. Jour. Sed.Pet. vol. 44, nº 1, p. 40-53.
- GINSBURG, R.N. - 1953 - Beachrock in South Florida. Jour. Sed. Pet. vol. 23, nº 1, p. 85-92.
- GOLDPHIM, M.F. - 1976 - Geologia do Holoceno costeiro da área de Rio Grande, RS. Univ. Fed. Rio Grande do Sul. Tese de Mestrado.
- GUILCHER, A. - 1961 - La "beachrock" ou Grès de Plage. Annales de Géographie, nº 378, IXX^e année.
- HAYES, M.O. & KANA, T.W. - 1976 - Terrigenous clastic depositional environments some modern examples - A field course sponsored by the American Association of Petroleum Geologists - Coastal Research Division. Department of Geology. University of South Carolina. Columbia, South Carolina - 29208.
- HOYT, J.H. - 1967 - Barrier Island Formation. Geol. Soc. Am.Bull., 78: 1125-1136.
- INGLE, J.C. - 1966 - The movement of beach sand. New York: American Elsevier. 221p.
- KAYE, C.A. - 1959 - Shoreline features and Quaternary shoreline Changes, Puerto Rico: US. Geol. Sur. Prof. Paper - 317-B, p.140.
- KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P.A. - 1974 - Paleolinhas de costa na Plataforma Continental das Regiões Sul e Norte Brasileira - In: Rev. Bras. de Geoc., vol. 4.
- KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P.A. - 1979 - Evidence of late Quaternary sea level still - stands on the upper brasilian continental margin: a synthesis. Proceedings of the 1978 International Symposium on Coastal Evolution in Quaternary. São Paulo, 170-192.
- KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P.A. - 1979 - Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacen-

- tes. Rio de Janeiro, PETROBRÁS-CENPES. DINTEP, 55p. Série Projeto Remac, nº 8.
- LABOREL, J. - 1969 - Les peuplements de madréporaires des côtes tropicales der Brèsil. Annales Univ. d'Abidjan. Série E(II), 3:360p.
- LAMEGO, A.R. - 1945 - Ciclo Evolutivo das Lagunas Fluminenses. In: Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM, nº 118 , Rio de Janeiro.
- LEÃO, Z.M.A.N. & LIMA, O.A.L. - 1982 - Caracterização do substrato de recifes de corais holocênicos a partir de dados de sismica de refração e de perfuração. Rev. Bras. Geoc., vol.12(4): 531-535.
- LONGUET-HIGGINS, M.S. - 1953 - Mass transport in water waves. Phil. Trans. Roy. Soc. London, 245: 535-581.
- MUEHE, D. - 1979 - Sedimentology and topography of a high energy coastal environment between Rio de Janeiro and Cabo Frio - Brazil. An. Acad. Bras. Ciênc. 51(3).
- PERKIN, P. - 1984 - Evolução da costa fluminense entre as Pontas de Itacoatiara e Negra. Preenchimentos e Restingas. Restingas - Origem, estrutura, processos - orgs.: Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D. Cerqueira, R.; Turcq, B. Univ. Fed. Fluminense (CEUFF), Niterói, p. 65-73.
- RODGERS, K.A.; DAVIS, R.J.; CHISHOLM, J.E.; NELSON, C.S. - 1977 - Motukoreaite, a new hydrated carbonate, sulphate, and hydrozide of Mg and Al from Auckland, New Zeland. In: Mineralogical Magazine, vol. 41, p. 389-390.
- ROSEN, P.S. - 1977 - Nearshore Evidence in Support of the Bruun Rule on Shore Erosion: Discussion. Journ. Geol. vol. 85, p.491-492.
- ROSEN, P.S. - 1978 - A Regional Test of the Bruun Rule on Shoreline Erosion - Marine Geol. 26: M7-M16.
- RUSSELL, R.J. & McINTIRE, W.G. - 1965 - Soutern hemisphere beachrock. The Geographical Review, vol. LV, nº 1, p. 17-45.

- SCHIFFMAN, A. - 1965 - Energy Measurements in the Swash - Surf Zone. *Limnol. Oceanogr.*, 10: 255-260.
- SCOFFIN, Terence P. - 1969 - A conglomeratic beachrock in Bimini , Bahamas. *J. Sed. Pet.* 40: 756-759.
- STODDART, D.R. & CANN, J.R. - 1965 - Nature and origin of beachrock. *J.Sed. Pet.*, vol. 35, n° 1, p.243-273.
- SUGUIO, K. & Martin, L. - 1981 - Progress in research on quaternary sea-level changes and coastal evolution in Brazil - In: *Variations in sea level in the last 15.000 years, magnitude and causes*. Wade Hampton Conference Center, Univ. of South Carolina, Columbia, U.S.A.
- SWIFT, D.J.P. - 1975 - Barrier - Island genesis: Evidence from the middle Atlantic Shelf of North America. *Sediment. Geol.*, 14: 1-43.
- TANNER, W.F. - 1956 - Examples of probable lithified beachrock. *J. Sed. Pet.* vol. 26, n° 4, p. 307-312.
- TRICART, J. - 1958 - Les variations quaternaires du Niveau Marin . *Information Geographique*, 20, n° 3, p. 100-104.
- VAUSE, J.E. - 1959 - Under water geology and analysis of recent sediments off the northwest Florida coast. *J.Sed.Pet.* v. 29, n° 4, p. 555-563.
- WERNER, F. - 1963 - Über den inneren aufbau von strandwällen an einem Küstenabschnitt der eckernaförder Bucht. *Meyniana*, 31, 108-121.

IX - TABELAS

Área perfis/Jaconé	Mediana (Phi)	Média	Mediana (nm)	Média (nm)	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose	Curtose (Norm)	Sahu-Praia x Mar Raso
24/07/85	0,05	0,05	0,97	0,97	0,52	0,24	2,09	0,68	61,880597
16/08/85	0,05	0,05	0,96	0,96	0,65	0,26	2,42	0,71	77,787
16/08/85	0,00	0,01	1,00	1,01	0,26	- 0,15	1,36	0,57	26,782
25/10/85	0,00	-0,05	1,00	1,04	0,31	- 0,25	0,91	0,48	17,6707
24/11/85	- 0,1	-0,13	1,07	1,09	0,32	- 0,16	0,96	0,49	19,679725
10/04/86	0,08	0,05	0,95	0,96	0,33	- 0,15	0,91	0,48	21,990939
26/05/86	0,28	0,73	0,82	0,60	0,97	0,55	0,96	0,49	101,25033
25/06/86	0,05	0,11	0,96	0,93	0,60	0,41	2,49	0,71	79,311528
25/07/88	0,38	0,68	0,77	0,63	0,70	0,64	3,35	0,77	116,03825
29/10/86	- 0,29	-0,29	1,22	1,22	0,39	- 0,004	0,84	0,46	20,8479
P ₁ A	0,37	0,78	0,77	0,58	0,98	0,52	0,59	0,37	95,73911
P ₂ B	0,10	0,12	0,93	0,92	0,50	0,37	3,06	0,75	82,0600
P ₃ C	0,25	0,70	0,84	0,61	0,90	0,64	0,69	0,41	89,01763
Itaipuaçu NEARSHORE A (DENTRO)	Mediana (Phi)	Média	Mediana (nm)	Média (nm)	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose	Curtose (Norm)	Sahu - Praia x Mar Raso
P ₁	0,2	0,18	0,87	0,88	0,29	- 0,08	1,27	0,56	30,846
P ₂	0,25	0,27	0,84	0,82	0,30	0,11	1,04	0,51	31,916
P ₃	0,3	0,35	0,81	0,78	0,37	0,20	1,52	0,60	46,890
P ₄	0,3	0,30	0,81	0,80	0,21	0,02	1,06	0,51	27,820
P ₆	0,19	0,16	0,87	0,89	0,20	- 0,16	0,98	0,49	20,562
P ₇	0,2	0,18	0,87	0,88	0,24	- 0,21	1,18	0,54	24,962
P ₉	0,18	0,11	0,88	0,92	0,33	- 0,30	1,03	0,50	22,851
P ₁₀	0,35	0,27	0,78	0,82	0,25	- 0,45	1,23	0,55	23,081
P ₁₁	0,21	0,21	0,86	0,86	0,24	- 0,001	1,04	0,51	26,557
P ₁₂	0,40	0,41	0,76	0,75	0,25	0,10	1,39	0,58	38,07
P ₁₃	0,25	0,24	0,84	0,84	0,28	- 0,07	1,28	0,56	31,4620
P ₁₄	0,30	0,32	0,81	0,80	0,24	0,08	1,47	0,59	37,744
P ₁₅	0,35	0,32	0,78	0,80	0,28	- 0,07	1,22	0,55	31,47

TABELA 2

PERFIS/ITAIPUAÇU BERMA	Mediana Phi	Média Phi	Mediana mm	Média mm	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose	Curtose Normaliz.	Sahu: Praia X Pininho raso
P1	-0,17	-0,23	1,12	1,17	0,50	-0,22	0,86	0,46	24,92
P2	-0,11	-0,17	1,08	1,13	0,42	-0,30	0,92	0,48	20,53
P3	0,0	0,08	1,00	1,06	0,46	-0,33	1,04	0,51	26,36
P4	0,07	0,01	0,95	0,99	0,33	-0,31	0,90	0,47	18,49
P6	0,10	0,00	0,93	1,00	0,44	-0,39	1,05	0,51	25,39
P7	0,00	-0,04	1,00	1,03	0,37	-0,25	0,98	0,49	22,18
P9	-0,07	-0,14	1,05	1,10	0,49	-0,25	1,01	0,50	28,08
P10	0,10	0,07	0,93	0,95	0,34	-0,11	1,01	0,50	25,41
P11	0,25	0,21	0,84	0,86	0,30	-0,22	1,16	0,53	26,85
P12	0,16	0,09	0,89	0,93	0,40	-0,26	1,04	0,51	26,88
P13	0,20	0,09	0,87	0,93	0,47	-0,35	1,10	0,52	30,36
P14	0,13	0,09	0,91	0,94	0,40	-0,21	1,24	0,55	31,27
P15	0,30	0,26	0,81	0,83	0,32	-0,21	1,26	0,56	30,28
P16	0,25	0,25	0,84	0,84	0,37	-0,04	1,31	0,57	36,27
P17	0,25	0,23	0,84	0,85	0,40	-0,07	1,27	0,56	36,49
P18	0,30	0,30	0,81	0,79	0,32	-0,13	1,13	0,53	34,99

PERFIS/ITAIPUA 2. EXTERNA	Mediana Phi	Média Phi	Mediana mm	Média mm	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose	Curtose Normaliz.	Sahu: Praia X Marinho reso
P1	0,12	0,04	0,92	0,96	0,21	-0,52	1,22	0,55	17,17
P2	0,40	0,44	0,76	0,74	0,26	0,21	1,10	0,52	35,49
P3	2,38	2,28	0,19	0,20	0,73	-0,21	0,79	0,44	81,77
P4	1,65	1,70	0,31	0,30	0,55	0,12	1,14	0,53	69,95
P6	0,35	0,37	0,79	0,77	0,26	0,00	1,35	0,57	35,36
P7	1,71	1,76	0,30	0,29	0,49	0,17	0,96	0,49	64,57
P9	1,25	1,28	0,42	0,41	0,77	0,08	0,88	0,47	76,67
P10	0,36	0,31	0,78	0,80	0,26	-0,19	1,35	0,57	31,09
P11	0,45	0,51	0,73	0,70	0,35	0,26	1,23	0,55	43,53
P12	0,30	0,28	0,81	0,82	0,25	-0,03	1,49	0,59	35,60
P13	0,65	0,67	0,64	0,63	0,31	0,13	0,92	0,48	36,25
P14	0,65	0,68	0,64	0,62	0,31	0,18	0,92	0,46	37,55
P15	0,83	0,84	0,56	0,56	0,35	0,04	0,80	0,44	36,64

TABELA 4

ITAIPUAÇU (9,0m) (intermediária)	MEDIANA (Phi)	MÉDIA (Phi)	MEDIANA (mm)	MÉDIA (mm)	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE	CURTOSE NORMAL.	SAHU:PRAIA X MARINHO RASO
P.14	0,5	0,54	0,71	0,69	0,34	0,18	1,33	0,57	43,76
P.15	0,6	0,63	0,65	0,64	0,42	0,05	0,94	0,48	39,81
ITAIPUAÇU (face da praia)									
P.1	0,1	0,06	0,95	0,96	0,29	-0,12	1,04	0,51	23,69
P.3	0,12	0,11	0,92	0,93	0,28	-0,10	1,14	0,53	26,11
P.4	-0,11	-0,11	1,08	1,08	0,28	-0,04	0,91	0,48	19,50
P.5	-0,25	-0,23	1,19	1,17	0,25	0,06	0,90	0,47	18,45
P.6	-0,01	-0,05	1,01	1,03	0,22	-0,28	1,14	0,53	18,64
P.7	0,06	0,3	0,96	0,98	0,19	-0,23	1,00	0,50	17,46
P.8	0,12	0,11	0,92	0,92	0,26	-0,08	1,24	0,55	27,67
P.10	0,04	0,03	0,97	0,98	0,26	-0,13	1,06	0,51	22,26
P.11	-0,05	-0,07	1,03	1,05	0,38	-0,12	0,76	0,43	20,23
P.12	-0,21	-0,21	1,16	1,16	0,32	-0,04	0,77	0,44	16,74
P.13	0,07	0,01	0,95	0,99	0,22	-0,40	1,28	0,56	19,92
P.14	0,16	0,14	0,89	0,91	0,28	-0,19	1,06	0,51	23,43

T A B E L A - 5

PERFIS/ITAIPUAÇU ARENITO	Mediana Phi	Média Phi	Mediana mm	Média mm	Desvio Padrao	Assimetria	Curtose	Curtose Normaliz.	Sahu: Praia X Marinho raso
P1	2,15	1,72	0,22	0,30	1,18	-0,45	0,76	0,43	124,03
P2	0,62	0,87	0,65	0,54	0,65	0,60	1,53	0,60	82,56
P3	0,06	0,60	0,96	0,66	1,27	0,51	0,61	0,38	136,28
P5 AM 1	0,30	0,52	0,81	0,69	1,38	0,17	0,67	0,40	149,86
P5 AM 2	-0,25	0,40	1,19	0,75	1,20	0,68	0,81	0,45	128,67
P6 AM 1	1,67	1,69	0,31	0,31	0,78	-0,09	1,39	0,58	90,44
P6 AM 2	1,49	1,45	0,35	0,36	0,69	-0,21	2,12	0,68	89,46
P6 AM 3	2,03	1,58	0,24	0,33	1,23	-0,46	0,99	0,49	135,19
P6 AM 4	0,21	0,16	0,86	0,89	0,42	-0,15	1,39	0,58	37,08
P9 AM 1	1,35	0,97	0,39	0,51	1,25	-0,34	0,64	0,39	123,20
P9 AM 2	2,26	2,27	0,21	0,21	0,56	-0,08	1,02	0,51	73,37
P9 AM 3	0,00	0,63	1,00	0,65	1,37	0,55	0,61	0,38	154,85
P9 AM 4	0,92	0,97	0,53	0,51	1,22	0,08	0,62	0,38	126,86
P10 AM 1	2,18	1,59	0,22	0,33	1,26	-0,57	0,98	0,49	136,96
P10 AM 2	1,00	0,98	0,50	0,51	1,17	-0,04	0,65	0,39	117,02
P10 AM 3	0,34	0,64	0,79	0,64	0,88	-0,49	1,02	0,50	89,09
P10 AM 4	1,10	0,85	0,46	0,55	1,18	-0,23	0,77	0,43	115,45

PERFIS/ITAIPUAÇU CORDÕES LITORÂNEOS	Mediana Phi	Média Phi	Mediana mm	Média mm	Desvio padrão	Assimetria	Curtose	Curtose Normaliz.	Sahu: Praia X Marinho-raso
AM.1	0,18	0,30	0,88	0,81	0,87	0,16	1,13	0,53	78,64
AM.2	1,40	1,28	0,38	0,41	0,81	-0,19	0,75	0,43	73,91
AM.3	1,20	1,17	0,43	0,44	0,55	-0,07	1,23	0,55	59,94
AM.4	0,15	0,23	0,90	0,85	0,59	0,23	1,02	0,50	49,75
AM.5	0,75	0,83	0,59	0,56	0,33	0,14	0,74	0,42	74,99
AM.6	1,28	1,28	0,41	0,41	0,53	-3,02	1,25	0,55	61,75
Jaconé/Arenito Perfis	Mediana Phi	Média Phi	Mediana mm	Média mm	Desvio padrão	Assimetria	Curtose	Curtose Normaliz.	Sahu: Praia X Marinho-raso
P1.1	0,25	0,56	0,84	0,67	1,19	0,34	0,78	0,44	121,64
P1.2	1,15	0,99	0,45	0,50	0,81	-0,30	0,84	0,46	68,72
P1.3	1,45	1,36	0,36	0,39	0,87	-0,15	1,07	0,52	88,55
P1.4	0,80	0,77	0,57	0,59	0,87	-0,02	0,87	0,46	77,06
P1.5	0,32	0,46	0,80	0,73	0,67	0,32	1,00	0,50	61,13
P1.6	1,25	1,10	0,42	0,47	0,74	-0,24	0,83	0,45	64,50
P1.7	1,23	1,06	0,47	0,47	0,92	-0,24	0,79	0,44	82,18
P1.8	0,60	0,78	0,66	0,58	0,97	0,24	0,92	0,48	95,30
P1.9	1,33	1,11	0,39	0,46	0,89	-0,34	0,95	0,49	81,74